[OFIC]INA DE MENSURA DE TIERRAS

INSTRUCCIONES

PARA EL

RECONOCIMIENTO TRIGONOMÉTRICO

DESTINADO A UBICAR

LAS

triangulaciones i bases jeodésicas

SANTIAGO DE CHILE
IMPRENTA MODERNA
2015—MONEDA—2015
1907

REPÚBLICA DE CHILE
OFICINA DE MENSURA DE TIERRAS

INSTRUCCIONES

PARA EL

RECONOCIMIENTO TRIGONOMÉTRICO

DESTINADO A UBICAR

LAS

triangulaciones i bases jeodésicas

POR LA RAZON O LA FUERZA

SANTIAGO DE CHILE
IMPRENTA MODERNA
2015—MONEDA—2015
1907

RECONOCIMIENTO TRIGONOMÉTRICO

para la seleccion de los vértices de las triangulaciones jeodésicas i la ubicacion de las bases.

(INFORME PASADO AL DIRECTOR DE LA OFICINA DE MENSURA DE TIERRAS, POR EL JEODESTA 1º DE LA MISMA OFICINA.)

SEÑOR DIRECTOR:

Para la redaccion del presente informe se ha tenido a la vista, no solo la esperiencia del personal de las oficinas estranjeras, sino tambien la adquirida en el reconocimiento trigonométrico que efectuamos, de órden de usted, al sur del rio Laja, con el objeto de aprovechar la última parte de la temporada de trabajo en el verano próximo pasado. En este reconocimiento, efectuado en una rejion boscosa, pudimos apreciar, una vez mas, la necesidad de que el personal que se ocupa de trabajos semejantes, disponga de instrucciones detalladas, para cuya redaccion confiamos bastará el material del presente estudio.

El reconocimiento trigonométrico tiene por objeto estudiar en el terreno la ubicacion i desarrollo de una triangulacion jeodésica, seleccionando para ello una serie de estaciones de carácter dominante i relacionables entre sí con el auxilio de combinaciones sencillas de triángulos.

Al ejecutar una triangulacion jeodésica puede perseguirse la simple medida de un arco terrestre o destinarla a servir de apoyo a un levantamiento topográfico de cierta estension, i, en este último caso, que es el mas frecuente, teniendo en vista el evitar la propagacion i acumulacion de los errores inevitables, se opta por un sistema, a la vez sencillo i económico, cual es el de clasificar los triángulos en diversos órdenes, que se miden i calculan con tanta mayor precision mientras mas elevada sea su categoria.

Antiguamente acontecia, a veces, que se ejecutaban triangulaciones jeodésicas sin que este trabajo fuese precedido de un prolijo reconocimiento de gran estension i, debido a esta causa, se nota en algunos trabajos antiguos, i en la configuracion de la red, grandes triángulos al lado de otros pequeños, i se procuraba salvar estos defectos agregando muchas diagonales; hoi dia se prefiere seleccionar mejores figuras, reconociendo para ello prolijamente el terreno, i adoptar solo las diagonales que sean en realidad de una importancia tal, en cuanto a la precision, que verdaderamente compense el mayor tiempo empleado en las estaciones i cálculos posteriores, que se ejecutan con el objeto de hacer que se verifiquen exactamente las condiciones jeométricas relacionadas con la forma de las figuras, es decir, los cálculos de compensacion.

Von Schmidt, ex-jefe de la Seccion Trigonométrica del Levantamiento de Prusia, se espresa, respecto del reconocimiento trigonométrico, en los siguientes términos: "La justa apreciacion i calificacion de todas las ventajas e inconvenientes de un lugar para el objeto de la triangulacion del pais, hace difícil el reconocimiento, principalmente en rejiones accidentadas ricas en bosque i con defectuosa red de comunicaciones, pero igualmente interesante e instruc-

tivo. Naturalmente, se necesita para ello, al lado de una gran resistencia corporal, talento de reconocimiento, ya sea desarrollado profesionalmente o de nacimiento, perspicacia para las particularidades del terreno i aprovechamiento espedito de los medios que se le presentan para la orientacion, así como una clara i precisa concepcion de la figura jeneral de la red prevista. Sin estas condiciones preliminares, no es posible imajinar un reconocimiento, conforme con el asunto, en el tiempo dado i con el límite de costo precisamente limitado. Al tanteo e investigacion de puntos i uniones apropiadas, con demasiada escrupulosidad, no afecta un recelo tan grande como al apuro i precipitacion; estos errores, en la jeneralidad de los casos, toman amarga venganza en la configuracion final de los triángulos, en condicion grandemente perjudicial en la triangulacion principal, en la cual, con frecuencia, un reconocimiento errado en su oríjen no puede ser correjido en ninguna forma posteriormente."

Por su parte, Erfurt, de larga esperiencia en las operaciones de reconocimiento en Alemania, lo caracteriza, en un artículo especial sobre este tema, diciendo, que "es un trabajo mui fatigoso i excitante, que reclama grandes exijencias de la resistencia física i moral. Como debe verse siempre a distancia, en jeneral, será indispensable al objeto un tiempo claro i atmósfera trasparente. No debe, sin embargo, temerse el peor tiempo, porque quizas basten cortos instantes despejados para constatar una direccion que faltaba. Un minuto perdido puede imponer una perseverancia de dias i aun semanas. Esta perseverancia intermitente, i en apariencia inactiva, en un punto, en seguida la correria hacia otro lejano, para no perder ningun momento favorable i, por fin, los inevitables desengaños cuando un punto, sobre el cual se habían fundado esperanzas, no las satisface. Todo esto exije buenos nervios i sangre fria."

La red de primer órden, llamada tambien red primaria, primordial o principal, representa el máximum de exactitud en las observaciones i cálculos, i es constituida por las

figuras de mayor desarrollo que económicamente permite el terreno, exijiendo gran cuidado en el estudio de la ubicacion de sus vértices, así como la mayor prolijidad en las medidas angulares i lineales.

Cuando el objeto de una triangulacion primaria ha sido una investigacion científica, jeneralmente se la dispone de modo que mas tarde sirva tambien a los fines del levantamiento nacional i, a la inversa, con pocas escepciones hoi dia, las triangulaciones primarias que sirven de apoyo a este levantamiento, se ejecutan con la precision suficiente i disposicion conveniente para satisfacer a ambos objetivos.

En vista de que los triángulos de la red de primer órden proporcionan puntos mui lejanos unos de otros para que en ellos pueda basarse directamente, i en forma económica, el levantamiento topográfico, se hace necesario fijar un mayor número de vértices, relacionados entre sí por triángulos mas pequeños cuyos lados no sobrepasen cinco kilómetros, i su conjunto comprende la triangulacion de tercer órden, designándose, jeneralmente, como de cuarto órden, aquellos vértices de tercero en donde no se estacionará i solo se les fija por interseccion, como, por ejemplo: cúpulas, cruces de iglesia o misiones, molinos de viento, semáforos, postes de telégrafo marcados especialmente, frontones de edificios, chimeneas elevadas, etc. Sin embargo, en caso de un gran desarrollo para las redes superiores, los puntos de cuarto órden pueden seleccionarse de modo que en ellos sea posible estacionarse tambien, i entonces la clasificacion llega hasta el quinto grado.

La triangulacion de tercer órden se relaciona a la de primero por medio de otra de carácter intermediario, llamada de segundo órden, cuyos vértices se fijan directamente desde los de la triangulacion primaria, i solo en el caso escepcional de una configuracion de grandes triángulos primarios, se intercalan varios de segundo órden entre dos vértices de aquella.

Para determinar las magnitudes de los lados de los diversos triángulos se hace necesario medir algunas bases,

distantes entre sí, jeneralmente, en las redes continuas, de ocho a diez triángulos primarios de dimension media, lo que corresponde mas o ménos a una distancia de cuarenta a sesenta veces el largo de una base, de dimension media tambien.

Cada base medida se relaciona a un lado de primer órden, que lleva el nombre de *base ampliada o calculada*, i por medio de una combinacion sencilla de triángulos, denominada *red de ampliacion o de traspaso*, o, simplemente, *red de base*. La razon que existe entre las lonjitudes de la base calculada i de la base medida es el *coeficiente de ampliacion o de traspaso.*

Aunque se ha llegado a medir triángulos de primer órden con lados hasta de poco mas de doscientos noventa kilómetros, la esperiencia ha demostrado que la dimension mas económica i práctica, para esta categoria de triangulacion, es, en jeneral, de veinte a sesenta kilómetros, pues, las visuales largas atrasan invariablemente el trabajo i convendrá aceptarlas, tratándose de la triangulacion de una rejion o pais i con fines relacionados al levantamiento topográfico, solo en casos plenamente justificados por la configuracion del terreno, como, por ejemplo, en el paso sobre un estrecho o canal, union de una isla lejana a la costa etc.

Una comision encargada del reconocimiento trigonométrico se compondrá, jeneralmente, de un jeodesta, jefe de la comision, auxiliado por dos o tres ayudantes, de los cuales uno al ménos será conveniente que conozca tambien el manejo del teodolito, i dos o tres empleados capaces de manejar un heliotropo, pudiendo reconocer conjuntamente los vértices de primero i segundo órden, en la mayoria de los casos, siempre que el terreno no ofrezca dificultades estraordinarias en cuanto a la viabilidad, o debidas a la abundancia o densidad del bosque i ausencia de puntos elevados.

El rendimiento de una comision de reconocimiento, i compuesta del personal citado, será al rededor de veinte mil kilómetros cuadrados, por temporada de seis meses; pero en

rejiones de buen clima i sin grandes dificultades de comunicacion i para la trasmision de órdenes.

Para el reconocimiento de los vértices de tercero i cuarto órden se designará, jeneralmente, otra u otras comisiones ménos numerosas, que operaran mas tarde i, por tanto, tendran a su disposicion la posicion relativa, siquiera aproximada, de los vértices primarios i secundarios, simplificándose en alto grado el trabajo.

Siempre que exista cartografia que inspire cierta confianza, o hayan sido ejecutadas anteriormente triangulaciones, el personal ocupado en el reconocimiento podrá llevar al terreno un proyecto de red, estudiado en la oficina, i limitarse a la comprobacion de la intervisibilidad entre los puntos escojidos i sus condiciones para servir de estacion; pero para ello se requiere que los mapas tengan abundantes cotas, i este caso se presentará rara vez en el reconocimiento en nuestro pais. En el levantamiento de Grecia, por ejemplo, se pudo disponer de los elementos de una triangulacion anterior i de mapas bastante completos i, así, el proyecto de triangulacion primaria, estudiado en la oficina, solo tuvo que sufrir pequeñas modificaciones aisladas al comprobarlo en el terreno.

En nuestro pais se nos presenta el reconocimiento con caracteres tan variados como los del terreno mismo. La rejion del norte, falta en absoluto de bosque, tiene en cambio dificultades por las brumas i neblinas o fuerte insolacion; las estaciones, jeneralmente elevadas, pero accesibles a lomo de mula en la mayoria de los casos; la falta de agua i forraje obliga al operador a determinados campamentos o a largas jornadas sin disponer de aquellos indispensables elementos; pocos ferrocarriles i escasez de recursos. En seguida la rejion del centro, con mejores vias de comunicacion i mayores recursos, abundancia de agua i forraje; los cerros jeneralmente despejados o con monte bajo o matorrales; la parte que le corresponde de la cordillera de Los Andes es abrupta; pero no hai grandes dificultades en cuanto al agua i forraje, siendo la atmósfera jeneralmente clara.

La rejion boscosa del sur que, puede decirse, comienza a partir del rio Bio-Bio, cuenta, como la rejion del centro, con algunos ferrocarriles; pero los caminos son inferiores i se conservan jeneralmente en mal estado; el clima es lluvioso i el cielo con frecuencia nublado por semanas enteras i, a esta dificultad, se agrega el humo, a partir desde el comienzo del mes de Febrero, debido a las quemas de bosques; pero el principal obstáculo consiste en el bosque, compuesto jeneralmente de árboles elevados i robustos, i que lo poco conspicuo de las cumbres exije con frecuencia desmontes de consideracion.

En cuanto a la rejion al sur del paralelo de cuarenta grados i medio de latitud austral, será, sin duda alguna, la mas dificultosa i que mayor enerjia i constancia exijirá de los encargados del reconocimiento, debido a la inclemencia del clima, la falta de caminos, lo quebrado del suelo i la abundancia de bosques i nieve; pero, si se tratase solo de una triangulacion a lo largo de la costa e islas, el problema se facilitaria, pues los numerosos canales permitiran la rápida movilizacion del personal i elementos por la via marítima.

Una comision de reconocimiento deberá proveerse de aquellos instrumentos de fácil trasporte i que permitan operar con rapidez. En nuestro pais habrá sin duda ventaja en el empleo de trípodes livianos desarmables, ademas, corredizos i plegadizos, para poder llevarlos a la espalda, con el instrumento, en las ascensiones que sea necesario hacer a pié.

En jeneral puede decirse que la dotacion de instrumentos, que corresponderá a una comision de reconocimiento para la triangulacion de primero i segundo órden, consistirá, a lo ménos, de los siguientes:

Uno o dos teodolitos livianos de tránsito, de un minuto sexajesimal de lectura i tres o cuatro pulgadas como diámetro de los limbos. Será preferible que uno de estos instrumentos, el de mayor tamaño, lleve, ademas, los accesorios completos de observacion astronómica, como ser:

iluminacion del retículo, ocular acodado, vidrios ahumados para las observaciones de sol, i trípode con dispositivo de centracion, pudiéndose, así, tomar las observaciones necesarias para la orientacion del proyecto de red.

Una sextante manual, de un minuto sexajesimal de lectura.

Una o dos brújulas grandes, de preferencia prismáticas, i de un tipo que sea adaptable a un trípode liviano o baston desarmable.

Dos heliotropos con trípode, procurando que sean sencillos i fáciles de manejar por una persona inesperta. Se podrá usar tambien simples espejos de uno a uno i medio decímetro cuadrado de superficie.

Un nivel pequeño de mano, nivel de Abney o clinómetro.

Dos aneroides, con sus respectivos termómetros para la temperatura del instrumento, fuera de los termómetros de honda para la del aire.

Buenos anteojos binoculares de campaña o anteojo grande con trípode, cámara fotográfica i brújula pequeña de bolsillo.

Un alambre de cien metros, con carrete, dinamómetro termómetro i manillas.

Una cinta de acero, de 20 a 30 m, i dos o tres de jénero.

Será necesario proveerse de los útiles de dibujo i tablas de cálculo, para poder elaborar la minuta del trabajo en campaña a medida que se avanza. Así, convendria un trasportador de 25 a 30 cm de diámetro, dividido al ménos en medios grados; una caja de compases i tiralíneas; regla de cincuenta a sesenta centímetros, doble decímetro i escuadras; tintas varias, lápices, gomas, papel cuadriculado i de calcar. Carteras para perfiles, cróquis i anotaciones; tablas de líneas naturales i cuerdas, así como de logaritmos de cinco decimales; tablas para la nivelacion barométrica i una efeméride astronómica, cuando se haya dispuesto hacer observaciones de esta clase.

Al primer ayudante de la comision se le entregará un aneroide, anteojo de campaña, un heliotropo, brújula pris-

mática i cinta de jénero. Su mision consistirá, de preferencia, en reconocer i ejecutar las estaciones de segundo órden; habrá conveniencia en que las carteras de perfiles empleadas por el jefe de la comision lleven hoja por medio de papel de calcar, para que éste pueda remitir al primero copias de sus perfiles, llevando la numeracion de los puntos i nomenclatura.

A los demas ayudantes bastará entregar un anteojo de campaña, una brújula prismática, un heliotropo i cinta de jénero de diez metros; en ocasiones especiales el jefe podrá proporcionarles el sextante, con el cual se obtienen buenos resultados midiendo ángulos entre visuales a heliotropos.

La dotacion de herramientas i útiles principales de trabajo dependerá de las condiciones especiales de cada rejion; pero, en jeneral, podrá decirse, que en la rejion del norte solo será necesario proveerse de aquello que requiera la construccion de señales de piedra i compostura de caminos i serán inútiles allí las hachas i machetes, del todo indispensables en la rejion boscosa del sur.

Las herramientas mas comunes usadas en rejiones despejadas son: azapicos, palas, cinceles, barrenos para tiros de pólvora o dinamita, combos i cuerdas, a las cuales habria que agregar, para la rejion boscosa: hachas grandes, hachas de mano i machetes, para la corta de bosque i para la construccion de armazones de reconocimiento, de madera sin labrar; barrenos de pulgada i pulgada i media i formones de las mismas dimensiones; serrucho grande, tenazas, martillo, cuerdas, roldanas i una piedra pequeña de molejon; clavos de fierro forjado i de alambre, etc.

Habrá conveniencia, sin duda alguna, en que el personal de una comision de reconocimiento se provea de los documentos necesarios, espedidos por la Direccion de su oficina, i que le permitan, en cada caso, atestiguar su identidad i comprobar los fines que se persigue con el trabajo, pues, sucede, a veces, que los propietarios ponen dificultades, especialmente cuando existen, entre dos vecinos, desacuerdos sobre ubicacion de deslindes.

En Alemania i Francia se hacen publicaciones, con la debida anticipacion, para que el público esté prevenido de antemano, i los empleados se presentan siempre ante las autoridades de las ciudades que visitan, llevando un documento especial que los acredite suficientemente. Será conveniente, ademas, que las citadas autoridades sean impuestas del objeto del trabajo, rejion donde se llevará a cabo i plazo aproximado de las operaciones de campaña.

El personal de las comisiones de reconocimiento, antes de ir al terreno, deberá posesionarse de la orografia, hidrografia, viabilidad i recursos de su rejion, estudiando para ello la mejor cartografia i leyendo las descripciones de los viajeros o esploradores que han recorrido la citada rejion.

Como guia para la seleccion de las obras i mapas necesarios, se dispondrá, fuera de los catálogos de la Biblioteca Nacional, Anuario Hidrográfico, Anales de la Universidad i publicaciones de la Oficina de Límites, de las obras siguientes:

J. T. MEDINA.—*Ensayo acerca de una mapoteca chilena.* —Santiago de Chile, 1886.

ANRIQUE I SILVA.—*Ensayo de una bibliografia histórica i jeográfica de Chile.*—Santiago de Chile, 1902.

Si se dispone del tiempo suficiente, será de importancia, ántes de salir a campaña, dibujar un mapa al 1 por 250 000, valiéndose de la cartografia existente, marcando especialmente sobre él las cumbres ascendidas anteriormente i los caminos descritos en las memorias, aunque solo sea por su trazado aproximado, siendo de importancia, ademas, para las rejiones cruzadas por grandes rios, el anotar la posicion de los vados, balseos i puentes.

Fuera de lo anterior, será necesario proveerse de los itinerarios de vapores i ferrocarriles que corresponden a la rejion i mui especialmente recomendamos, para nuestro pais, el averiguar de antemano en qué trenes puede trasportarse cabalgaduras.

El reconocimiento trigonométrico debe comenzar, de preferencia, por la ascension de las cumbres reconocidas en

la rejion como de carácter dominante o bien aquellas ascendidas por los viajeros, esploradores o injenieros que la han recorrido. Un sistema que nos ha dado buen resultado para orientarnos al comienzo del trabajo, consiste en recorrer a pié algunos kilómetros de una via férrea, provisto de una brújula i tomando rumbos desde los diversos postes kilométricos, i con lo cual se obtiene la ubicacion aproximada de una serie de cumbres que facilitan la orientacion.

El jeodesta ocupado en el reconocimiento, agotando todos los medios de investigacion a su alcance dentro de un costo racional, deberá estudiar en el terreno las diversas combinaciones sencillas de triángulos, cuyo conjunto constituirá la red jeodésica de primero i segundo órden.

En esta operacion no debe aceptarse soluciones o proyectos que no hayan sido estudiados i comprobados minuciosamente i, si hubiere la menor duda sobre la intervisibilidad entre dos estaciones, el empleo del heliotropo o el de señales con luz artificial, durante la noche, la hará desaparecer.

Las simples linternas de acetileno, empleadas para las bicicletas, han sido usadas con éxito en Estados Unidos i hasta la distancia de cincuenta kilómetros, solo que se les adapta un tubo provisto de una lente converjente que lleva la luz en el foco. La inflamacion de cinta o polvo de magnesio permite hacer señales a gran distancia; así en Italia i Brasil se la ha empleado a ciento i mas kilómetros, bastando para ello unos diez gramos de una mezcla de esta sustancia con clorato de potasio o estroncio.

Tratándose del uso del heliotropo, los operadores podrán emplear parte de la clave telegráfica destinada a los trabajos de triangulacion i que consiste jeneralmente en el empleo de señales luminosas cortas i largas, que se producen retirando bruscamente durante uno i cinco segundos, respectivamente, un carton o el sombrero, con el cual se habia interceptado la luz. Con el objeto de facilitar la traduccion rápida de un mensaje, hemos dispuesto la clave sencilla siguiente, en que las frases mas empleadas

en los trabajos de triangulacion se corresponden con números.

— = una unidad ——— = cinco unidades.

1. — — — — — — — — etc. "Atencion" o "Listo para recibir un mensaje."
2. — — Mande luz fija, estoi listo.
3. — — — Veo mal la luz, rectifique la punteria.
4. — — — — No he concluido aún aquí.
5. ——— Trabajo concluyó aquí, trasládese a estacion N.°..............................
6. ——— — No podré observar, suspenda hasta nueva órden.
7. ——— — — Haga señales al medio dia, cuando le avise con el signo de atencion.
8. ——— — — — Haga señales esta noche.
9. ——— — — — — Haga señales el dia......................
10. ——— ——— Repita.
11. ——— ——— — No podré enviar las señales pedidas.
12. ——— ——— — — Va un propio en camino.
13. ——— ——— — — — Estoi escaso de víveres.
14. ——— ——— — — — — Estoi escaso de carburo de calcio o magnesio.
15. ——— ——— ——— Vaya a la oficina telegráfica mas cercana, pues le envio instrucciones.

Si con "cinco" no se agrega número a continuacion, queda sin valor la segunda parte de la frase.

En el caso de intercalacion del signo de "atencion," se trata de un nuevo mensaje i nó de cifras.

Los mensajes deben ser siempre contestados por el operador que los recibe i en la misma forma que los ha interpretado, pero suprimiendo el signo "Atencion."

Ejemplos:

—— —— —— — —— — — — —

— — — — Trabajo concluyó aquí, traslädese a estacion número once. Haga señales el dia cuatro (mensaje del jeodesta).

—— — — — — — — — — — — —— —— ——

Trabajo concluyó aquí, vaya a oficina telegráfica mas cercana a donde le envio instrucciones (mensaje del jeodesta).

—— —— — —— —— — — — — No podré enviar señales ordenadas; estoi escaso de carburo de calcio o magnesio (mensaje del ayudante).

—— —— — — —— — — — — —— —

Va un propio en camino, mande señales el dia seis (contestacion del jeodesta, despues de repetir el mensaje).

El jeodesta, cuando se encuentre listo para observar, dirijirá sucesivamente el heliotropo, o luz, sobre las estaciones, en donde se encuentren los ayudantes o heliotropistas, i procederá como sigue:

1.° "Atencion." Hasta recibir contestacion.

2.° Enviará el mensaje N.° 2 i, a continuacion, dejará la luz fija, durante un cierto tiempo, para que el heliotropista pueda hacer bien la punteria.

3.° Al concluir el trabajo enviará algunos de los mensajes 4, 5, 6, 7, 8 o 9, los que el heliotropista debe repetir.

Para evitar equivocaciones debidas a mala intelijencia de las instrucciones dadas en campaña, el jeodesta, jefe de comision, llevará un libro diario de órdenes i en el cual anotará cada dia, o con varios dias de anticipacion, i en terminos claros i precisos, el trabajo que él llevará a cabo i aquel que corresponde ejecutar a los distintos ayudantes. De este libro cada miembro del personal tomará copia de la parte que a él se refiere, anotándola en su respectiva libreta i, a continuacion, se colocará mas tarde una lijera esposicion sobre la forma en que se dió cumplimiento.

Ejemplo:

Campamento..............a.......de.................de...........

Hoi partiré hacia el cerro A, cumbre mas elevada del cordon B al S. E. del balseo del rio............El ayudante H se trasladará el dia seis a la estacion D, debiendo encontrarse en dicho punto a las 10 A. M.

Cuando reciba algunos destellos con espejo, i desde el cerro citado, apuntará su heliotropo hasta recibir una nueva señal de mayor duracion, despues de lo cual regresará hacia el campamento jeneral.

X (jefe de comision).

Campamento..............a.......de.................de...........

Conforme a las instrucciones copiadas mas arriba partí a las 7 A. M. del campamento..............., pasando a las 8.10 A. M. el rio .... por el balseo de las lanchas i llegando a las 9.40 A. M. a la estacion D, con tiempo algo nublado.

A las 11 A. M., se despeja i a las 11¼ veo destellos en cerro A. Como mi heliotropo se encuentra a la sombra de un árbol me estaciono un poco hacia atras i en un punto que relaciono a la estacion en la siguiente forma:

....

11.45 A. M. Veo destellos prolongados i me retiro a las 12.10 P. M., llegando al campamento a las 4 P. M.

H (ayudante).

Con un espejo de forma corriente, i de un decímetro cuadrado, o mas, de superficie, es fácil hacer señales valiéndose de la luz solar i que serán vistas en forma de destellos por el otro operador. Hemos conseguido siempre mui buen resultado con un espejo de mano, apuntando el teodolito sobre el punto en donde se encuentre el operador que ha de ver los destellos i, retirándonos uno o dos metros hacia

atras, buscábamos la posicion en que, con un solo ojo, se ve el anteojo del instrumento reducido a su dimension aparente mínima; alumbrábamos en seguida el ocular del teodolito con el espejo colocado a la altura del ojo e imprimiéndole lijeras vibraciones en todos sentidos.

Tratándose de visuales cortas en rejiones boscosas, el operador podrá emplear, como señales, árboles elevados a los cuales se les hace cortar las ramas inferiores dejándoles solo las cercanas a la copa, pero al mismo tiempo despejando los otros cercanos.

Montones grandes de piedras pueden ser tambien de utilidad, especialmente en el norte del pais.

Los triángulos de las diversas redes, escepcion hecha de los que se refieran a la fijacion de puntos aislados o que pertenezcan a redes de ampliacion de bases, cuyas condiciones especiales se especificaran mas adelante, deben aproximarse, tanto como posible, a la forma equilátera, quedando siempre sus ángulos dentro de los límites de treinta i ciento veinte grados.

La mejor interseccion es naturalmente aquella en que se cortan bajo ángulo recto las dos visuales i, por tanto, tratándose de fijar un solo punto, desde otros dos, el triángulo de mejor forma será el isósceles rectángulo, en el cual el punto por fijar es el vértice del ángulo recto. En cambio, para un sistema de puntos relacionados los unos a los otros, como es el caso de una red trigonométrica, esta forma será inapropiada, puesto que una serie sucesiva de esta clase de triángulos hará disminuir progresiva i rápidamente el largo de los lados.

Consideraciones de otra índole son las que fijan teóricamente la mejor forma de los triángulos de una red de base, puesto que aquí se trata de obtener la ampliacion de ella en buenas condiciones de exactitud con el mínimum de estaciones i, en este caso, se ha encontrado por la teoria, que la mejor forma de triángulo es el isósceles con treinta i tres grados i medio, próximamente, como valor del ángulo opuesto a la lonjitud por traspasar.

Si la configuracion del terreno impusiese algunos triángulos agudos en ciertas partes de la red, habrá conveniencia en agregar las diagonales posibles en buenas condiciones, para reforzar así el sistema; pero ello no se estima conveniente hoi dia, tratándose de triángulos de buena configuracion, porque dichas diagonales son justamente los lados de mayor lonjitud i que mas atrasan por tanto el trabajo, debido a la menor frecuencia de buenas imájenes al hacer las estaciones; por otra parte, su presencia en la red alarga los cálculos posteriores de compensacion, introduciendo nuevas condiciones de cuyo número no hai que abusar. A ello se debe tambien que en las redes mas modernas de Europa, especialmente en las últimas de Prusia Oriental i Occidental, el rasgo característico que las distingue es la sencillez, al lado de su excelente configuracion i si se tiene presente, que en las dos rejiones citadas el terreno es bastante plano i boscoso, se comprenderá que estas cualidades solo se han obtenido con un aumento de costo en las pirámides construidas para elevar suficientemente el instrumento i heliotropo.

Jordan, sin duda alguna uno de los tratadistas mas eminentes en los ramos de mensura, dice, que la esperiencia de cincuenta años en Prusia ha probado que las visuales mui largas son de exactitud inferior a las otras.

Aunque se ha hecho estaciones jeodésicas hasta en alturas de próximamente cuatro mil quinientos metros sobre el mar, hai conveniencia en evitar en lo posible las alturas exajeradas, siempre que exista otra solucion ventajosa, i ello no solo por el mayor costo del trabajo, sino tambien por la limitacion de la temporada en que los puntos son accesibles sin gran dificultad o sacrificio.

Un caso sujestivo de lo que puede resultar con la seleccion de estaciones mui elevadas, se tiene en las que corresponden en la triangulacion del paralelo 39° Norte, en Estados Unidos, a su paso por encima de la parte mas alta de las Montañas Rocosas, el que se consiguió con seis estaciones cuyo promedio de elevacion alcanza a 4 300 m, siendo

necesario acarrear al rededor de cinco toneladas en total i pudiendo efectuarse solo dos estaciones por temporada, por ser ésta mui limitada; en cada estacion se empleaba un mes, resultando entonces un costo de seis mil dollars por estacion.

Por otra parte, los picos elevados se encuentran con frecuencia cubiertos por nubes, aunque en las partes mas bajas fuese posible el trabajo.

En la medida del arco de meridiano que se lleva a cabo actualmente en la República del Ecuador, i por un personal frances, uno de los operadores tuvo que permanecer tres meses en una cumbre de cuatro mil metros de elevacion, casi constantemente en la neblina i a la espera de visibilidad.

Seran, en jeneral, motivos de preferencia para un punto de estacion, el que la señal se vea bien proyectada desde las otras estaciones i sobre el cielo, fuera de que su posicion permita la fácil coneccion con las demas estaciones i no se presenten dificultades mas tarde, tratándose de nuevas triangulaciones, al ménos hasta donde sea posible preveerlo. En Chile, por ejemplo, si se tratase primeramente solo de una triangulacion jeodésica destinada a los trabajos entre la costa i los primeros contrafuertes de la cordillera de Los Andes, al seleccionar estaciones en estos últimos, debe, naturalmente, tomarse en cuenta la posibilidad de trabajos futuros hacia el oriente, hasta la línea fronteriza.

En cada estacion el operador deberá tomar las anotaciones referentes al nombre del punto, consultando diversas personas en cada caso; de la propiedad en que se encuentra el punto; de su propietario i la direccion postal correspondiente.

Si se obtiene una denominacion idéntica suficientemente comprobada para dos cerros distintos, se anotaran con agregaciones complementarias especiales, valiéndose de números romanos, así, por ejemplo: Cerro de Piedra I, Cerro Alto II.

Tratándose de localidades, será mas conveniente com-

plementar la nomenclatura con algun otro nombre auxiliar, ya sea de la rejion, subdelegacion, departamento o provincia, así, por ejemplo: Valdivia de Paine, San Francisco de Limache, etc.

Si no hubiera acuerdo entre los nombres empleados por los vivientes mas cercanos al punto i el indicado en los mapas existentes, se optará por aquel de uso mas jeneral en la rejion, agregando el otro, u otros, entre paréntesis.

La pluralidad de nombres, especialmente en nuestro pais, exije un poco de atencion al designar los puntos o caminos de acceso a ellos i, siempre que sea posible, se agregará mayores datos, como la subdelegacion o departamento. Difícil seria el anotar, por ejemplo, cuantos "Rio Colorado" o "Rio Claro" se conocen en Chile, pues casi cada hoya hidrográfica de cordillera los tiene.

Deberá tomarse para cada estacion datos suficientemente completos respecto al mejor camino de acceso, la estacion de ferrocarril mas cercana a la cual habrá que dirijirse, el tiempo empleado por el operador, indicando si se hizo el viaje al paso, trote o galope, i si se trata de una espedicion llevando mulas de carga; la ubicacion de los mejores campamentos en donde existe agua, leña i forraje; el nombre de los "baquianos," acompañado de su domicilio i emolumentos, fuera de indicar tambien qué miembros del personal han visitado el punto.

Tiene especial importancia la ubicacion de los vados mas cercanos i de los rios que sea necesario pasar, o bien, de los puentes i balseos; la descripcion clara i precisa de las marcas hechas a la entrada de macheteaduras o senderos en el bosque i su ubicacion, procurando usar de preferencia en la descripcion los puntos cardinales magnéticos i no las espresiones "derecha" e "izquierda", que serian oríjen de dificultades en el caso de cambios de senderos, hecho tan frecuente en el sur del pais.

Los pequeños cróquis, que se agreguen a las descripciones, deben llevar anotada la direccion aproximada del norte magnético, completándolos, ademas, con algunos

datos auxiliares de referencias i en forma a hacer desaparecer toda ambigüedad posible, pues, el personal ocupado en el reconocimiento, debe tener presente que el encargado de la construccion de las señales no llevará la mision de comprobar ninguna intervisibilidad, sino única i esclusivamente la de construir las señales en el punto preciso indicado i ajustándose estrictamente a la descripcion i dimensiones que le han sido proporcionadas.

En todas las estaciones, en donde sea posible, se hará un perfil completo del horizonte, o al ménos de aquella parte que tenga interes para la triangulacion, comenzando por orientar el teodolito por el norte magnético i, con el círculo a la izquierda, se visará las diversas cumbres, lomas, torres, faros, etc., que puedan llegar a ser futuros vértices, así tambien las puntillas de cerros i penínsulas que significan el límite de posibilidad de ubicar estaciones de carácter dominante, las islas aisladas, o la de mayor elevacion, en el caso de archipiélagos; los pueblos i ciudades principales, estaciones del ferrocarril, etc. Habrá tambien interes en visar algunos puntos netos i característicos, que sirvan mas tarde para fijar por reseccion otras estaciones, como, por ejemplo, rocas agudas de forma especial i que no se presten a confusiones, árboles aislados sobre cordones de cerros visibles en una gran estension.

Al visar estos puntos se leerán ambos limbos del teodolito anotando las lecturas en el rejistro, acompañadas de sus respectivos números de identificacion, los que deben corresponderse con los de la cartera de perfiles, en la cual, prévia numeracion de las cuadrículas en sentido azimutal i a razon de una a dos por grado sexajesimal, se irán colocando los puntos visados, valiéndose de los rumbos magnéticos, anotando, ademas, la numeracion i nomenclatura i agregando el resto a la vista. La fig. 1 es copia reducida de parte de un perfil de esta clase.

Concluida la operacion anterior, se repite el jiro en la misma forma, i con el instrumento con su círculo a la derecha, reconociendo los puntos por medio del perfil ya dibujado.

Si la estacion no permite, por el momento, estacionar el teodolito, el operador podrá hacer uso de un sextante manual de un minuto de lectura; pero, dado el límite angular impuesto a este instrumento, sesenta a setenta grados, se verá obligado a escojer una serie de puntos netos del horizonte, cinco a siete, que disten angularmente entre sí ménos que el límite indicado; despues de medidos los ángulos uno a uno, hasta cerrar el jiro del horizonte i comprobar así esta operacion, se procede a la medicion de los ángulos formados por alguna de las visuales a los puntos escojidos primeramente i la que corresponde al nuevo punto. En este caso solo se tomará las visuales mas importantes, pues, para el resto puede operarse con la brújula, cuidando de visar con ésta alguno de los puntos que correspondieron al jiro del sextante.

Puesto que las visuales son jeneralmente poco inclinadas, no es necesario, para el simple reconocimiento, el reducir al horizonte los ángulos medidos con el sextante, solo que, en el caso de ángulos pequeños entre visuales de mui diferente inclinacion, debe optarse por el sistema de deducir el ángulo buscado de la diferencia entre los formados por las visuales que le corresponden i otra auxiliar mas lejana correspondiendo a un ángulo mayor, puesto que, en este caso, el instrumento quedará ménos inclinado con respecto al horizonte.

El sextante manual presta, a veces, buenos servicios tratándose de un ángulo que falta para el simple cierre de un triángulo o de la medida de alguno que no se pudo obtener oportunamente al efectuar la estacion con el teodolito, por no haberse seleccionado el punto todavia, trabajo que se encomienda mas tarde a un ayudante. En este caso, el jeodesta, al hacer la estacion, visa con el teodolito un punto neto que le sirva de referencia al ayudante.

En cada estacion deberá leerse el barómetro aneroide, anotando, ademas, la temperatura del aire i hora de observacion; este instrumento se leerá tambien en las estaciones

de ferrocarril u otro punto cuya altura sobre el mar pudiera conocerse.

Si en la rejion en que se opera existe algun observatorio metereolójico, seria de importancia el tomar copia de las curvas de los barógrafos que correspondan al periodo en el cual se ha hecho observacion con los aneroides. Se aprovechará tambien la visita a las estaciones metereolójicas, para comparar los anereoides con un barómetro de mercurio, operacion que debe hacerse, ademas, en el Observatorio Nacional i con el barómetro normal, ántes i despues del viaje.

Como en los viajes de reconocimiento no es posible el trasporte de barómetros de mercurio, si los aneroides no inspiran confianza en cuanto a la constancia de su correccion, el operador deberá proveerse de un buen hipsómetro para comparar con él, siquiera una vez por semana, aquellos instrumentos.

Si el horizonte de una estacion es limitado en parte, por cordones de cerros, i se ven, a traves de sus abras o portezuelos, otras cumbres o puntos elevados situados a mayor distancia, se debe tener especial cuidado de dibújar un perfil a mayor escala, para esa parte, visando con el instrumento todos los puntos notables, pues, la esperiencia demuestra, que es frecuente el caso de encontrar buenas soluciones, para los triángulos buscados, valiéndose de visuales a traves de depresiones del terreno. Un caso característico de lo espuesto se nos presentó en el reconocimiento trigonométrico de las redes de primero i segundo órden en la provincia de Bio-Bio, en donde, al estudiar las diversas soluciones para el desarrollo de la triangulacion cerca de una de las bases en proyecto (fig. 3), se presentaron los casos indicados en *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, de la fig. 4, que dibujamos copiando los perfiles de nuestras carteras de campaña.

Cuando una cumbre presente diversos puntos conspícuos, es conveniente agregar un pequeño cróquis que represente el aspecto de ella, vista dentro del anteojo, i anotar especialmente por medio de una flecha el punto preciso visado.

Siempre que el operador viaje de un punto a otro pro-

curará inspeccionar el horizonte, para darse cuenta clara de las variaciones que esperimenta el perfil de los cerros, facilitándose así grandemente la orientacion; hai, pues, conveniencia en no ocuparse en otro servicio durante el viaje.

Con frecuencia sucede que el mal tiempo no permite ejecutar en una estacion todas las operaciones citadas i, en este caso, el operador se limitará a visar los puntos mas importantes, aunque sea en una sola posicion del círculo.

Concluido el trabajo en un estacion, se examinará con atencion, i con el anteojo, aquellas cumbres que aparezcan con mayor probabilidad de ser seleccionadas mas tarde como estaciones, anotando en el perfil, por medio de iniciales, si ellas son despejadas, boscosas i de facil o dificil acceso aparente. Hai tambien interes en indicar al lado de cada cumbre la distancia estimada, pues esto ayuda mucho en la identificacion desde otras estaciones, pudiéndose así calcular aproximadamente los rumbos magnéticos que desde allí deben observarse.

Se facilitará mucho la observacion indicada en el párrafo anterior, si el operador dispone de un anteojo de mayor tamaño, adaptable al trípode del teodolito, i para este anteojo se requiere una apertura de dos i media a tres pulgadas, pero el tubo debe ser de aluminio para disminuir el peso.

Se presenta el caso, en el sur del pais, que no es posible, a causa del bosque, estacionarse en una cumbre que ha sido visada desde varios otros puntos i suficientemente fijada ya en la minuta, pues exijiria varios dias para el desmonte. En estas circunstancias, si no hai la seguridad de que la estacion pertenezca al proyecto definitivo de red, no será conveniente ocuparse largo tiempo en despejarla, i es preferible construir un armazon de madera sin labrar, que permita elevarse sobre los árboles, o bien, ascender alguno de éstos i examinar con atencion la intervisibilidad, tomando, ademas, los ángulos con el sextante o brújula prismática.

Si el bosque que cubre una cumbre, que se encuentra en el caso contemplado en el párrafo anterior, es ralo, puede,

con frecuencia, hacerse dos o tres estaciones al rededor de la cumbre i relacionarlas a ella; para esto se hacen pequeñas abras con hachas i machetes, obteniendo así el resultado apetecido, especialmente si se trata del llamado, entre nosotros, "monte colgado." Debe procurarse que entre dos estaciones sucesivas cercanas a la cumbre existan visuales a puntos comunes lejanos, aunque éstos no pertenezcan a la red, siendo preferible elejirlos entre aquellos situados a una distancia tal, que el valor de la escentricidad de la estacion, respecto al punto definitivo elejido, sea despreciable prácticamente, ante la distancia del punto visado, dentro de la aproximacion de un minuto sexajesimal.

Al relacionar las diversas estaciones cercanas a la cumbre con el punto elejido como vértice probable, el operador debe cerciorarse, ademas, que el único obstáculo es el bosque i que no hai, en la direccion de las visuales, peñascos aislados o salientes del terreno mismo que, una vez desmontado el bosque, podrían todavia obstaculizar la intervisibilidad o que las visuales pasaran mui cerca del terreno.

Aunque con armazones de reconocimiento se ha llegado a grandes elevaciones, en Alemania, por ejemplo, hasta cincuenta i dos metros sobre el suelo, es preferible entre nosotros el evitar el uso de construcciones tan elevadas, mui justificadas en paises con terreno plano i en donde, ademas, las indemnizaciones por corta de bosque, en su mayoria de plantacion artificial, son mui subidas. En nuestro pais, estimamos, que dado el poco monto de los perjuicios por corta de bosques, mas bien deseada en muchos casos por el propietario, especialmente en la parte austral, i tratándose de terreno mas accidentado, no seria necesario acudir a aquellos medios estremos i, probablemente, no se presentará en el reconocimiento el caso de exijencia de armazones de mas de veinticinco metros de altura.

Con escalas amarradas se puede alcanzar, sin dificultad, diez a quince metros; pero es necesario colocarles fuertes vientos unidos a árboles robustos o estacones fuertemente clavados en el suelo, i el pié de las escalas enterradas en un

agujero de cincuenta a ochenta centímetros de profundidad i lleno de piedras pesadas, o amarrado a estacones e peciales. Los vientos deben, de preferencia, amarrarse a los puntos de union de las escalas.

Si se trata solo de la orientacion en terreno plano con monte bajo, el operador sacará partido subiendo a los miradores de las casas de hacienda, azoteas, techos de edificios o a parvas de paja, i empleando el sextante o brújula prismática para fijar el punto por reseccion.

Tratándose de pirámides en bosque, su altura se fijará siempre en forma esperimental, ya sea valiéndose de escalas, armazones de reconocimiento o, por fin, subiendo a los árboles; se anotará, ademas, los datos referentes a la existencia de maderas de buena calidad i, si se considera mas conveniente hacer un contrato para su provision, se establecerá en él la condicion espresa que el corte debe verificarse ántes de la primavera.

Al anotar datos sobre los materiales existentes en una localidad i utilizables en la construccion de señales definitivas, o de la parte definitiva de ellas, no debe tomarse en consideracion el ladrillo, por ser inapropiado para ello a causa de su poca resistencia, cuando se encuentra espuesto a la intemperie sin proteccion.

La intervisibilidad entre dos estaciones sobre pirámides debe obtenerse elevando de preferencia el heliotropo, puesto que la instalacion de éste no exije tanta estabilidad como la del instrumento i, por tanto, se ganará en economia. Corresponde, pues, al operador ocupado en el reconocimiento, el fijar, esperimentalmente tambien, la altura a que debe colocarse el heliotropo o indicar la parte de la señal que debe ser visada i, si se trata de una torre de iglesia, se indicará en un pequeño cróquis el punto elejido, que jeneralmente será el pié de la cruz o veleta.

Al proyectar la altura de una señal debe tenerse presente que las visuales no deben pasar en ningun punto a ménos de dos metros del suelo o edificios, esceptuando, sí, los propios muros que pertenecen a la construccion sobre la cual se

instala el instrumento, en el caso de una estacion escéntrica. Las visuales rasantes son mui perjudiciales a la exactitud de una triangulacion i, cuando se ha apelado a ellas, como último recurso, el resultado ha sido de exactitud inferior. En Estados Unidos, por ejemplo, en los trabajos de la triangulacion de primer órden, correspondientes a la memoria del año de 1903, se puede ver, que dieciseis visuales que se acercan mucho al suelo, han recibido, en la compensacion jeneral de la red, correcciones superiores en cuarenta i cuatro por ciento a las del resto del trabajo.

Debe tenerse presente al fijar la altura de una pirámide, i tratándose de bosque nuevo, el posible crecimiento de éste i, para quedar completamente seguro, fijarle un pequeño exceso a aquella.

Las sendas en bosque deben ser de un ancho suficiente para quedar a cubierto del efecto de las refracciones anormales, que no solo pueden tener por resultado malas imájenes, sino aun producir desviaciones laterales para los rayos luminosos. La esperiencia ha demostrado que para la triangulacion primaria, si se emplean pirámides como señales, es necesario darles a las sendas un ancho de doce a quince metros, que se puede disminuir algo tratándose de heliotropos. Es conveniente, ademas, prolongar estas sendas hacia el lado opuesto, para que las señales se vean proyectadas sobre el cielo, si la configuracion del terreno lo permite así.

Antes de ejecutar una senda de importancia, es necesario cerciorarse de su estension i del éxito alcanzable. Para ello, si la simple inspeccion no es suficiente, se puede hacer uso de aneroides, o mejor aún, de una pequeña triangulacion auxiliar, acompañada de nivelacion trigonométrica, para la cual se colocaran banderolas sobre los árboles, próximamente en la direccion de la visual; se miden las alturas de las banderolas sobre el terreno i, con la cota de aquellas, se obtiene las de éste, bastando la construccion de un perfil del terreno, la distancia entre los estremos de la visual i las cotas, para resolver completamente el problema.

No debe olvidarse que la visual, una vez abierta la

senda, debe pasar a lo ménos, dos metros encima del terreno, i, si hubiese duda, puede acudirse al cálculo de la curvatura i refraccion, empleando las fórmulas correspondientes que se dan en los testos de Jeodesia o en tablas especiales. Estimamos, sin embargo, mas conveniente, prescindir del término que corresponde a la refraccion, la que, elevando la posicion aparente del punto, es por tanto favorable a la intervisibilidad, no así del efecto de la curvatura que, fuera de ser mayor, le es perjudicial.

El número de metros que corresponde al efecto de la curvatura, en conjunto con el de la refraccion, se obtiene, con suficiente aproximacion por la fórmula:

$$c - r = 0{,}000\ 000\ 068\ 2\ d^2$$

en donde d representa la distancia espresada en metros.

En Francia, desde 1902, se emplea, para el reconocimiento en rejiones boscosas, la escala especial ideada por el capitan Durand, con la cual se ha economizado tiempo i dinero, pues los reconocimientos en la parte norte de Haute-Marne se hacen difíciles, por tratarse siempre de cerros boscosos con árboles de 15 a 18 metros de elevacion. Este tipo de escala ha reemplazado ahora, en el pais citado, enteramente a los armazones, de los cuales se hacia uso desde 1899. El aparato permite la observacion hasta a veinticinco metros sobre el suelo i, tratándose de una escala doble para el ascenso, lo que constituye especialmente la novedad del aparato, la ascension se ejecuta con seguridad i facilidad para el operador, que lleva la espalda apoyada.

El inventor, capitan Durand, nos esplicó la maniobra de armadura, que encontramos bastante sencilla, por lo que, estimamos, dicha escala podria prestar servicios en Chile, solo que su peso exijirá varias mulas para el trasporte.

Como la escala Durand lleva vientos especiales para contrarrestar en parte la torsion, se hace posible la medida de los ángulos, al cuarto de grado, con el auxilio de un pequeño teodolito colocado sobre la plataforma superior; pero

es preferible el empleo del sextante. Se arma el aparato por cuatro hombres, de los cuales dos deben ser ejercitados, i, si se emplea seis hombres diestros, basta hora i media solamente para llegar a veinticinco metros sobre el suelo, siendo la disposicion tan sencilla que se ha empleado aun para alcanzar hasta la cruz de las torres de iglesias, apoyándola, en este caso, sobre el techo.

Se comprende la economia que puede resultar con el uso de una escala especial trasportable, si se considera, por ejemplo, el caso del reconocimiento de la red del Weser, en Alemania, trabajo que exijió la construccion de veinte armazones de reconocimiento. el mayor de treinta i dos metros de altura.

Al efectuar el reconocimiento se demarcaran los puntos por medio de fuertes estacas o montones de piedra i, en este último caso, se acostumbra agregar algunos objetos sin valor, que sirvan para dar seguridad a la identificacion, así, por ejemplo, latas vacias o botellas quebradas en parte, anotando el hecho en la reseña del vértice.

Si el terreno es de roca, la mejor demarcacion consistirá en una señal especial hecha con pintura roja o blanca. En el reconocimiento al sur del rio Laja hemos empleado, siempre que era posible, las marcas sobre rocas, ya sea en el el mismo punto o en algun peñasco cercano, tomando las referencias, fuera de los rumbos necesarios para la identificacion.

Las marcas que corresponden a lugares de tráfico o potreros que se someten al cultivo no tendran duracion i es preferible medir, ademas, con el teodolito, los ángulos entre tres o mas objetos cercanos vistos desde allí, i que sean de mayor estabilidad, o las distancias a dos de ellos, como en el ejemplo siguiente:

Base de Los Anjeles, estremo E.

N. M..	0°	0′
Casas, camino a Antuco (mojinete)........	13	6
Tranquero con cruz roja	241	38
Primer poste telegráfico hacia Los Anjeles	305	40
Ultimo id. hacia Antuco.........................	28	26

Cuando las marcas o señales no son mui estables i se encuentran cerca de lugares mui habitados, habrá conveniencia en recomendar a las autoridades encargadas del órden público la conservacion de ellas i colocar, ademas, otras marcas de referencia cuya situacion debe ser conocida solo por las personas de la oficina. Estas marcas sirven mas tarde como comprobacion, pues, acontece, que las señales son restituidas equivocadamente en otro punto cercano. El jeodesta no debe olvidar que las mejores referencias son aquellas colocadas sobre muros de deslinde entre propiedades, pues son los menos espuestos a modificaciones, pero siempre que ellas no tengan una posicion tal que llamen la atencion del transeunte.

Al calificar la intervisibilidad entre los vértices, se tendrá presente, que en las estaciones de primer órden el eje del universal jeodésico, despues de instalado este instrumento, debe quedar, a lo ménos, a dos metros sobre el suelo, para obtener mejores imájenes, pues el terreno adyacente a la señal irradia calor. En la mayoría de los trabajos modernos se tiene ahora mui en cuenta esta circunstancia, i aun se ha llegado en Estados Unidos, en los trabajos de triangulacion del meridiano 98° Oeste, a colocar siempre el instrumento, a lo ménos, a tres metros sobre el suelo. Si se trata de cumbres mui agudas i en donde el agua para preparar las mezclas, destinadas a las construcciones, fuere escasa, o aun los materiales de buena calidad, podrá reducirse la altura a un metro quince para el pilar sobre el cual se coloca el instrumento.

Las instalaciones en torres o faros seran a veces de gran valor para las triangulaciones, desde el primero al tercer órden; pero a ellas se resigna solo el operador en los casos que no encuentra otra solucion juiciosa, pues jeneralmente deben ser escéntricas. En Francia, la mayor parte de los puntos auxiliares de primero i segundo órden de la antigua triangulacion se encontraban sobre campanarios, lo que sucede en parte tambien en la que se ejecuta actualmente para servir de base al nuevo catastro.

Las estaciones escéntricas llevan en sí una serie de inconvenientes i, entre ellos, la exijencia de una construccion especial que debe quedar en su lugar un tiempo mas o ménos largo i afeando el aspecto de un edificio. De ahí que no siempre los propietarios se muestren mui dispuestos a permitir el establecimiento de una armazon o consola, por dos años a lo ménos, tiempo angustiado para despachar todas las medidas angulares de los diversos órdenes.

Al elejir una torre, faro o parte culminante de un edificio elevado, para servir de estacion, debe tenerse en cuenta la posibilidad de medir, ya sea directamente o por intermedio de una operacion trigonométrica, los elementos de centracion i en buenas condiciones de exactitud.

Si el punto es de primer órden i pertenece a la red principal, jeneralmente se construye una armazon saliente hacia el esterior, procurando que con solo dos de éstos, opuestos diametralmente, i por tanto con igual número de estaciones para el instrumento, se domine completamente el horizonte. En cambio, tratándose de estaciones escéntricas de puntos primarios suplementarios, puntos de segundo o tercer órden, jeneralmente se efectúan las estaciones en las ventanas i sobre tableros reforzados, visando desde las otras estaciones algun punto bien definido, como ser: la veleta, aguja o cruz superior, en el caso de una torre, o bien un heliotropo colocado en los tableros citados o en alguna ventanilla superior.

En la "reseña de vértice" se agregará las dimensiones de las aberturas de subida i las de las ventanas, por donde pudiera haber necesidad de hacer pasar las cajas con instrumentos, para que el operador, encargado de la ejecucion de las estaciones, sepa ya de antemano en qué forma i de qué medios deberá hacer uso para subir el material que necesita i proveerse, entonces, de cuerdas i roldanas, si fuere indispensable operar por el esterior.

Al estudiar el proyecto i calcular el presupuesto de una construccion de instalaciones escéntricas, debe tomarse en cuenta las reparaciones, que siempre es indispensable hacer

para evitar las filtraciones de aguas lluvias i dejar despues el todo en el estado primitivo, sin dar el menor motivo para reclamos.

El desarrollo de las triangulaciones primarias ha sido hasta ahora mui variable; influye en ello no solo las condiciones mismas del terreno que se va a cubrir con triángulos el poder óptico de los instrumentos, sino tambien consideraciones de otra índole mui diversa. En los trabajos europeos los largos lados de primer órden son mas bien una escepcion impuesta por el terreno, no así en Estados Unidos, en los trabajos del paralelo 39°, por ejemplo, en donde, disponiendo los operadores de instrumentos con grandes anteojos, la triangulacion en la parte accidentada alcanzó un enorme desarrollo; así, aunque el promedio de la lonjitud de los lados es solo de veintisiete kilómetros en la parte central, alcanza, en la occidental, a la cifra de ciento sesenta, con varios lados de mas de doscientos kilómetros i aun uno de doscientos noventa i cuatro.

Aun en las redes de base los trabajos norte-americanos han alcanzado mayores dimensiones i tambien en las lonjitudes para éstas; aunque el promedio de las bases de Europa es próximamente de seis kilómetros, en Estados Unidos es igual a 9, 9 kilómetros; la base de Utah, medida cerca del lago Salado, tiene 11,2 kilómetros de largo, i con cinco traspasos se ha llegado a 237,8 kilómetros.

Se comprende, que en el estado actual de la Jeodesia, no puede considerarse como mui apropiada una clasificacion de la categoría de las triangulaciones por las dimensiones de los lados de los triángulos. Si tomamos el caso de la triangulacion de Austria-Hungría, por ejemplo, encontraremos que hai en la red primaria nueve lados mayores de 90 kilómetros, pero, al mismo tiempo, 13 menores que 18; en Estados Unidos, se tiene, para la triangulacion de primer órden, en las Montañas Rocosas i Sierra Nevada, un promedio de 133 kilómetros, como lonjitud de los lados, i, por otra parte, solo 25 kilómetros para Kansas i Mississipi.

Hasta hace poco mas de un cuarto de siglo, se conside-

raba en Europa como estraordinarios algunos lados largos: de 80 i 106 kilómetros, en Alemania; 161 kilómetros en Francia i otros en Inglaterra; pero despues se resolvió la union con el continente africano i con algunas islas lejanas a la costa, resultando de allí lados hasta de 270 kilómetros entre España i Arjelia, varios de mas de doscientos kilómetros i aun uno de 232 entre Cerdeña i el continente; 238 kilómetros para la union de las Baleares i, por fin, 180 kilómetros entre Sicilia i Túnes.

Es mui natural, pues, que cada autor indique, guiándose, de preferencia, por los trabajos ejecutados en su propio pais, límites prácticos que pueden encontrarse en completo desacuerdo con los de otros. Así, Wilson, tratadista norte-americano, dice, respecto a la triangulacion de primer órden, que los lados de mas de 160 kilómetros atrasan el trabajo, límite que Jordan hace descender a solo 50 kilómetros, fundándose en los resultados de los trabajos prusianos, en los que se ha demostrado que las visuales mui largas son de exactitud inferior a las otras.

Erfurt, que ha tratado especialmente el reconocimiento trigonométrico, dice: "Para la mensura de un pais, ningun terreno debe ser mui difícil; se debe cubrir con triángulos; los puntos deben presentar un horizonte libre i, por fin, no se fijaran los lados tan largos como posible, sino de una lonjitud media, para permitir un traspaso favorable, con ángulos no mui agudos, a las triangulaciones de segundo i tercer órden que se sobreponen despues."

Respecto al principio de los grandes triángulos tan empleados en un tiempo en Estados Unidos, se espresa el ex-jefe de la Seccion Trigonométrica de Prusia, coronel Matthiass, en la forma siguiente: "Lados largos en una triangulacion principal favorecen el traspaso de grandes superficies i sirven con esto al esfuerzo de economizar tiempo; pero el principio de los grandes triángulos solo se podrá mantener hasta el límite en el cual comienzan a sufrir, a causa de los grandes lados, la bondad de las observaciones i tambien el rápido avance del trabajo. Este límite se

podrá apreciar, con los instrumentos modernos, en próximamente 50 kilómetros.''

En los paises del sur de Europa, en donde se tiene jeneralmente una atmósfera mas clara, como pasa tambien en el centro del nuestro, este límite práctico se ha aumentado; así, las instrucciones para los trabajos jeodésicos de Italia lo elevan a sesenta kilómetros.

Para nuestro pais, estimamos, que los límites de veinte i sesenta kilómetros, para los lados primarios, serían los mas convenientes tratándose del levantamiento nacional con utilizacion para trabajos científicos.

Estos límites, estudiados esperimentalmente en el sur del pais, se encuentran mas o ménos de acuerdo con los datos de Jordan i las instrucciones italianas. Naturalmente, será necesario hacer las escepciones correspondientes a un gran desarrollo impuesto por circunstancias especiales.

Respecto a la altura máxima a que será posible llevar a cabo estaciones jeodésicas, bien poco podremos decir, pues, ello depende principalmente del clima i, sabido es, que Chile, en este sentido, es uno de los paises que presenta mayor variedad.

Una de las mayores alturas que corresponde a una estacion jeodésica en Europa es la de 3481 metros sobre el mar (*), para el monte Mulhacen, en España; pero, al lado de ésta, tenemos que en Estados Unidos las hai hasta de 4355 m, i en la seccion de Colorado Oeste el promedio de las alturas es superior en 169 m a la de la citada montaña española. En los trabajos jeodésicos de Ecuador i Méjico se han ejecutado estaciones a cuatro mil i mas metros de elevacion; i aun en Chile, en la parte norte, ello sería posible a mayores alturas todavía. El injeniero señor Golborne, de la Oficina de Límites, pudo estacionarse, con un teodolito de seis pulgadas, en el cerro Salin, a 5985 m de altitud.

(*) Se ha hecho estaciones jeodésicas en Suiza en alturas un poco mayores i tambien en los Alpes franceses. La estacion Monte Leone, en la frontera entre Suiza e Italia, tiene 3557 m sobre el mar.

No sabemos si sería posible ejecutar estaciones jeodésicas a mas de 5000 m en esa rejion.

A las estaciones elevadas corresponde jeneralmente una temporada mui corta, durante la cual ellas son accecibles sin grandes sacrificios i aun peligros para la salud o vida de los operadores, pues hai que considerar que no se trata aquí de una simple estacion topográfica, que exije a lo mas dos o tres horas de estadía, sino que el operador debe permanecer varios dias enteros, i posiblemente semanas, en la cumbre o mui cerca de ella. Por otra parte, la mayoría de los picos elevados se encuentran jeneralmente entre nubes i, con frecuencia, ademas, se hace necesario construir senderos para el trasporte de los instrumentos. Se puede, pues, decir en jeneral, que las alturas exajeradas no seran convenientes, i que mientras mas al sur de nuestro pais menor será el máximum por fijar, si dicha fijacion se considera conveniente, pues nos parece preferible dejarlo al buen criterio del jeodesta.

Respecto a las dimensiones prudentes que, como máximum, puede darse a las pirámides, en el caso de tenerse que elevar el instrumento o heliotropo, estimamos, que en Chile no será necesario, a causa de la configuracion del terreno i el poco valor que se da al bosque, el empleo de grandes armazones de reconocimiento, como se han usado en Alemania, llegando hasta 52 metros de altura, ni esas costosas pirámides que se emplean tambien allá en la parte plana. En Estados Unidos se ha llegado aun hasta la enorme altura de 84 m para la señal i 37 m para el instrumento, i en otro caso aun 46 m para este último.

Si se fijase entre nosotros una altura máxima de quince metros para el instrumento i veinticinco para el heliotropo, estimamos que, dado que así se consigue disminuir en mucho el desmonte, en la mayoría de los casos será suficiente, tanto mas que la construccion de grandes pirámides, con una estabilidad suficiente, exije un personal especialmente adiestrado.

Un punto digno de estudio, especialmente para paises

como el nuestro, es el encontrar el modo de asegurar la permanencia de las señales, pues, como ha dicho Tittmann: "El valor jeográfico de una triangulacion se pierde, para una área dada, cuando los puntos no pueden ser recuperados dentro de esa área." El jeodesta se ceñirá estrictamente, al proyectar las señales, a las prescripciones especiales que publique la Oficina i referentes, no solo a la construccion, sino tambien a la demarcacion definitiva i ubicacion de referencias poco visibles, pero de la mayor estabilidad posible.

Aunque la intervisibilidad en buenas condiciones, entre puntos primarios principales, quede asegurada con una cierta altura para el instrumento, sobre el terreno, tratándose de cumbres mui redondeadas hai que tener presente que, con frecuencia, es necesario aumentarla en algo para quedar en buenas condiciones de intervisibilidad con los puntos de segundo i tercer órden.

Ya hemos dicho, que las dudas sobre intervisibilidad se hacen desaparecer con el heliotropo o, en épocas de cielo cubierto, valiéndose de señales luminosas durante la noche.

La inflamacion de polvos de magnesio mezclados con clorato de potasio, para obtener luz blanca, i de estroncio para roja, ha dado mui buen resultado en las esperiencias hechas, en 1898, en Italia, entre dos puntos distantes de 115 kilómetros, en donde se vió perfectamente a la simple vista la luz producida por la inflamacion de doce gramos de la citada mezcla.

Respecto a la forma de red que debe adoptarse entre nosotros, estimamos, que la sola inspeccion de un mapa del pais indicará, desde luego, la exijencia de continuidad.

Una doble serie de triángulos combinada con puntos primarios suplementarios, nos parece la solucion mas juiciosa i económica, dadas las condiciones del terreno i la exijencia de rápido avance.

En los paises de gran estension en todo sentido, como

ser España, Francia, Estados Unidos, India i Méjico, las cadenas de triángulos siguiendo polígonos i encerrando grandes estensiones, ocupadas mas tarde por redes de relleno constituidas por trabajos de menor precision, tienen su ventaja principalmente en que se llega mas pronto, en este caso, con vértices primarios a las diversas rejiones del pais, i que el número de éstos donde se exije medidas mas cuidadosas se hace menor. Tratándose de paises angostos, como Inglaterra, Japon, Italia i Chile las redes en polígono no pueden tener aplicacion juiciosa.

Alemania, cuya red primaria es constituida por la union de una serie de trabajos ejecutados en distintas épocas, i bajo variadas administraciones, tiene, en su mayor parte, la forma de polígonos, a los cuales estan unidos los trabajos ejecutados, por ejemplo, por Gauss, Bessel i Baeyer, persiguiendo un fin científico; pero hoi dia se reemplaza estas redes en polígono, en la Prusia Oriental i Prusia Occidental, por redes continuas, mui bien constituidas por triángulos con forma cercana a la equilátera i prescindiendo de las grandes diagonales tan en uso antiguamente. Acompañamos una lámina con un dibujo de las nuevas redes citadas.

El caso de Alemania, cuya actividad jeodésica, desplegada desde hace mas de medio siglo, ha dado un fuerte impulso al progreso de este ramo, confiamos será bastante decisivo para desterrar toda idea de empleo de redes poligonales entre nosotros. El paso dado tambien allí en el sentido de suprimir el exceso de diagonales en las redes, es digno de notarse, pues se encuentra en abierta contradiccion con la mayoría de las instrucciones antiguas. Así, las instrucciones publicadas, en 1878, para los trabajos jeodésicos de España, dicen: "Aunque el triángulo es el natural elemento del cálculo, no por esto una cadena debe ser ni considerarse formada por una serie sucesiva de triángulos, sino como un conjunto de puntos que, unidos por líneas, constituyen figuras que los enlazan íntimamente i fijan su respectiva situacion."

Será de interes el dar aquí, ademas, los rasgos principales de las distintas formas en que puede constituirse una red trigonométrica, i publicados en la Memoria del "United States Coast and Geodetic Survey," correspondiente a 1876:

Composicion	Distancia cubierta	Número de estaciones	Largo total en lados	Área cubierta	Número de condiciones
Triángulos equiláteros.........	5	11	19	4,5	9
Hexágonos.........	5,2	17	34	9	21
Cuadrados......................	4,95	14	29	3,5	28

Si la red primaria tiene un desarrollo pequeño, la posicion mas apropiada para los vértices de segundo órden será la cercana al centro de cada triángulo de aquélla, siendo, en este caso, la lonjitud de los lados de la triangulacion secundaria poco mas de la mitad de los de la primaria. Para Chile, estimamos conveniente los límites de diez i veinte kilómetros para los lados de los triángulos de segundo órden; pero, si la red primaria ha alcanzado escepcionalmente un gran desarrollo, podría elevarse a veinticinco kilómetros el límite superior, o mejor, prescindir de la posicion especial citada i proyectar mayor número de vértices secundarios, relacionados convenientemente en cuanto a la forma de los triángulos i, en este caso, agregar una serie de vértices de primer órden suplementarios, es decir, que no pertenecen a la red primaria principal, pero que en cada uno de ellos se hace estacion i son a su vez visados desde tres estaciones de primer órden a lo ménos. Estos vértices suplementarios no requieren ser intervisibles entre sí, aunque la intervisibilidad es ventajosa.

En vista de que para los vértices primarios suplementa-

rios el heliotropo se empleará solo escepcionalmente i en los de la red secundaria solo en el caso especial de algunas estaciones en torres, es necesario tener presente esta circunstancia en la seleccion de esta clase de puntos, pues, al empleo de pirámides, como señales, se encuentra ligada una mayor exijencia en cuanto a la proyeccion, al ser vista la señal desde los demas vértices. Esto se tendrá tambien presente al proyectar, para los vértices primarios, las señales que serviran para ser visadas desde las triangulaciones de menor categoría.

Durante el reconocimiento de los vértices de primer órden, se estudiará las distintas localidades apropiadas a la medida de bases jeodésicas, debiéndose seleccionar aquellas que presentan posibilidad de ser ligadas a un lado de primer órden por figuras sencillas i que, ademas, presten facilidades para la medida.

Con la introduccion de las medidas de base con alambres en el dominio de la Jeodesia, las exijencias respecto al terreno han disminuido considerablemente. Así, aunque antiguamente se exijía, a causa del empleo esclusivo de las reglas cortas, cuatro metros jeneralmente, que el terreno fuese mui parejo, hoi dia, no solo se puede operar, con los alambres i cintas, en uno con lijeras ondulaciones, sino aun se ha medido así una base, en Spitzberg, pasando por sobre un pantano. El antiguo aparato de Bessel solo permite las inclinaciones menores que tres grados, límite que sube a cinco grados para las reglas de bases empleadas en Estados Unidos.

Las lonjitudes mas corrientes para los alambres de invar, hoi dia los mas usados, son 24 i 25 m; se emplean jeneralmente cintas de acero de 50 m i, con menor frecuencia, de 100 m, de modo que un obstáculo, ya sea zanja o rio, cuyo ancho sea menor de veinte metros, no constituirá una dificultad, hoi dia, para la medida de una base, pues se puede disponer la operacion en tal forma, por la combinacion de alambres de diversas lonjitudes, que el obstáculo quede entre dos referencias i sea salvado fácilmente.

Como suponemos que las medidas de bases jeodésicas se harán en Chile valiéndose de los alambres de invar, comparados frecuentemente con un comparador de cien metros, instalado especialmente en cada base, comparador que se medirá a su vez por medio de una regla, las condiciones del terreno deberán ser tales que permitan así la medida en forma cómoda.

Las bases seleccionadas definitivamente deberán ser medidas durante el reconocimiento, siquiera aproximadamente, valiéndose para ello de un alambre de acero, de cien metros de lonjitud, mantenido, por medio de un dinamómetro, a la misma tension empleada durante la comparacion del alambre con el padron o en el comparador de la oficina.

Se evitará en lo posible el emplazamiento de bases en las líneas férreas, pues el tráfico de trenes molesta jeneralmente a la medida i, si ello no pudiera evitarse, se procurará que los estremos de la base queden fuera de la vía, seleccionando para ello un trozo recto de ésta i comprendido entre dos curvas intervisibles. En este caso la medida misma se hará en su mayor parte sobre la línea férrea, pero las estaciones i señales podrán colocarse exactamente sobre los estremos de la base i fuera de aquélla.

Respecto a la lonjitud de las bases, ya no se vacila en darles hoi dia, con los alambres de invar, una gran lonjitud, cuando el terreno lo permite.

Al principio se empleaba bases tan largas como posibles, pues los instrumentos eran, muchas veces, simples reglas de madera; en Baviera en 1801 se midió así una base de 21,6 kilómetros. Mas tarde, en vista del manejo complicado i de la lentitud para operar con las reglas metálicas, fuera de que los instrumentos i métodos para medir ángulos habian esperimentado tambien grandes perfeccionamientos, se comenzó a disminuir el largo de las bases, influyendo bastante en este sentido el hecho de haber probado el profesor Swerd, que con una base pequeña se obtenian tambien buenos resultados, como quedó comprobado nuevamente mas tarde, en 1858, con la medida de la base de Madridejos,

en España, de 14,7 kilómetros, bajo la direccion de Ibáñez. Esta base, dividida en varios trozos, que fueron medidos todos, con igual prolijidad, por medio de una regla monometálica, muestra diferencias mui pequeñas entre los resultados de las medidas directas para los trozos laterales i el dado por el cálculo de la triangulacion de desarrollo, partiendo del trozo central.

Sin embargo, Ferrero, en un estudio detenido sobre las redes de base, presentado a la Asociacion Jeodésica Internacional, llega a la conclusion de que, en promedio, la precision de la base ampliada es solo, en Europa, próximamente un quinto de la que corresponde a la base medida.

La publicacion de estos estudios i mas tarde el descubrimiento del invar por Guillaume, aleacion mui poco dilatable, han influido en el sentido de aumentar nuevamente la lonjitud de las bases, cuando el terreno lo permite.

El promedio de todas las bases de Europa es de seis kilómetros, mientras que el de los de Estados Unidos llega casi a diez, i las nuevas instrucciones de la oficina correspondiente de este último pais, fijan los límites de cuatro i doce kilómetros. En cambio, en los últimos trabajos jeodésicos en Sud Africa, ya sea referentes al levantamiento nacional o a la medida del arco de meridiano entre Cabo Buena Esperanza i Ejipto, se ha empleado los alambres de invar i medido siete bases grandes con un precision sorprendente, las que tenian un promedio de 21,6 kilómetros, variando desde 17,4 a 34,0 kilómetros, porque el terreno lo permitía así.

La distancia entre las bases es, naturalmente, mui variable, pues en paises mui accidentados habrá ménos localidades apropiadas para la medida que en aquellos con ménos accidentes. Si tomamos, como ejemplo, el gran arco de paralelo, medido en Estados Unidos a los 39° Norte, desde el Atlántico al Pacífico, encontramos que las bases distan de 451 a 854 kilómetros; pero las mayores distancias entre las bases mas largas, pues hai aun una base de 17,5 kilómetros.

Segun Von Orff, el promedio de la distancia entre bases en Europa es alrededor de 350 kilómetros, tomando las de todos los paises; este dato varía desde 100 a 600 kilómetros. De las obras i memorias que hemos podido tener a mano, deducimos: 100 a 600 kilómetros para Inglaterra; 250 a 300 kilómetros para Alemania i 250 a 500 para Rusia.

En Italia se consideró suficiente la medida de bases de tres a seis kilómetros de largo i distantes de 350 a 400 kilómetros entre sí.

El Congreso Jeodésico de Washington, recomendó medir una base cada 8 a 10 triángulos medios, lo que corresponde a 250 a 320 kilómetros, próximamente.

En Chile no habrá grandes dificultades para encontrar localidades apropiadas para la medida de bases, especialmente en la rejion del norte, en donde quizas sea posible encontrarlas de mayor estension. Estimamos conveniente el fijar el límite inferior de cuatro kilómetros para las bases i dejar el superior al justo criterio del jeodesta. Respecto a la distancia entre bases, los límites de 250 i 350 kilómetros nos parecen mas apropiados a nuestro pais, mas aun, si se tiene presente que, con el empleo de alambres de invar, la medida se hace ahora con mucho mayor rapidez i con ménos exijencias en cuanto al terreno.

Las redes de ampliacion de bases es un punto delicado en una triangulacion i él debe merecer toda la atencion de parte del jeodesta. De entre las localidades estudiadas para la medida de bases se escojerá, como ya se ha dicho, aquellas que ofrecen mas facilidades para la medida; pero, al mismo tiempo, con un desarrollo sencillo en la ampliacion, evitando las redes con un exceso de triángulos i las simples rotaciones de una dimension sin ganar en lonjitud.

Basta el simple exámen de las láminas i cuadros dados en la obra de Ferrero, presentada bajo el título de "*Rapport sur les triangulations*," a la conferencia de 1896 de la Asociacion Jeodésica Internacional, para darse cuenta del efecto de los desarrollos complicados para las bases, i, en

efecto, los mayores valores para la razon entre las precisiones obtenidas para la base medida i para la ampliada, pertenecen, de preferencia, a las redes de base que se encuentran en el caso citado.

En cuanto a la mejor disposicion de la red es, sin duda alguna, la conocida bajo el nombre de *ampliacion rómbica* i formada por triángulos isósceles, cuyos ángulos opuestos a las lonjitudes por traspasar se acercan a treinta i tres i medio grados.

En la creencia que será de interes, acompañamos un dibujo de las redes de desarrollo de algunas bases i, ademas, en la figura 3, las ampliaciones posibles, en buenas condiciones, para la base de 6596 metros estudiada, entre otras, cerca de la ciudad de Los Anjeles i para la red de primer órden al sur del rio Laja, cuyo proyecto, encontrándose aun en estudio, no tiene el carácter de definitivo.

Agregamos tambien una lámina con una copia de las nuevas redes de Prusia Oriental i Occidental, la que hemos completado con las redes de las bases respectivas de Schubin i Gumbinnen. Estas redes contínuas, uno de los trabajos modernos mas notables por su buena configuracion i disposicion, han venido a reemplazar a las antiguas redes en polígono que incluian la medida de grados hecha por Bessel i los trabajos de Baeyer.

Para cada trozo de red primaria se deberá estudiar, para atender a los futuros trabajos científicos, la ubicacion de una o varias estaciones astronómicas, guiándose por las condiciones que se esponen a continuacion i, durante el reconocimiento, se efectuará observaciones astronómicas en una de ellas de cada trozo i con el objeto de orientar i situar en los mapas los proyectos de red. Dichas condiciones son:

1.° Posibilidad de relacionar el punto directamente a los vértices primarios;

2.° Estacion del ferrocarril o línea telegráfica del Estado a ménos de quinientos metros;

3.° Terreno firme donde sea posible edificar un sólido pilar de observaciones;

4.° Facilidad de alojamiento o campamento a ménos de un kilómetro;

5.° Ubicacion lejana al tráfico de vehículos i no mui próxima a paseos públicos, debiendo evitarse, ademas, la cercanía a fábricas con grandes maquinarias i la de cascadas, o la frecuencia de humo o aire calentado;

6.° Buena visibilidad del cielo, al ménos para alturas mayores que veinte grados, hacia el sur i norte i, en el caso que ella se favorable, se procurará, ademas, que no haya edificios a ménos de cinco metros de las visuales en el meridiano i que el sitio sea bien ventilado.

7.° Tendrá preferencia entre los diversos puntos estudiados en una localidad, aquel en donde sea posible establecer una mira meridiana hacia el norte o sur, i a una distancia no menor que un kilómetro ni mayor que diez.

El jeodesta encargado de la direccion de las operaciones de reconocimiento elaborará en campaña, o hará elaborar por los ayudantes, una minuta a la escala de 1 por 250 000 a 1 por 500 000 i en la cual se colocaran todas las visuales, en forma tal, que no haya duda o confusion sobre la intervisibilidad, cuando hai varios puntos en posicion cercana a la línea recta; el mejor sistema es el indicado en la fig. 5.

Se procurará no atrasar el dibujo, pues el mantenerlo al dia será de gran utilidad para elejir siempre las cumbres que deben ascenderse.

Concluido el reconocimiento de un trozo entre dos bases, se deberá presentar un dibujo completo en el cual esten indicados con claridad los diversos proyectos i con tintas de distinto color. Los triángulos iran clasificados por sus diversos órdenes; recomendaríamos las líneas gruesas contínuas para los lados de primer órden; segundo órden con líneas un poco mas delgadas, i las redes de base, o visuales auxiliares, por medio de líneas de trazos. En cuanto a los lados de tercer órden, ellos corresponden a otra comision a una memoria especial.

Las memorias sobre reconocimiento irán acompañadas de un anexo con las reseñas de cada vértice de la red i comprendiendo la descripcion, motivos de preferencia, nombre i propietario, medios i materiales de que se podrá disponer, etc., así como la situacion de las referencias, ubicacion de campamentos apropiados, etc.

Hai interes en agregar a la memoria un plano de las bases, a la escala de 1 por 20 000 a 1 por 50 000, segun sea el largo; contendrá este plano la posicion de los obtáculos que puede haber para la medida i la indicacion de los deslindes que separan las diversas propiedades, agregando tambien los nombres de los propietarios.

Se deberá agregar, ademas, todos los datos que se refieran al trabajo de triangulacion, como ser: enumeracion de las visuales que parten del punto, medios de comunicacion para enviar órdenes, indicando la ubicacion de la oficina telegráfica de mas fácil acceso desde el punto, estacion de ferrocarril en iguales condiciones, etc

Es preferible acompañar a la enumeracion de las visuales el rumbo astronómico aproximado de ellas, no solo como ayuda para el personal que se ocupe en la triangulacion, sino tambien para que el operador encargado de la construccion de las pirámides, pueda ubicar éstas en forma tal que los pies no obstaculicen la visibilidad de las demas señales.

Al presentar el proyecto de las redes primarias i secundarias, debe estudiarse la union a ellas de un punto neto i característico de cada ciudad de importancia, elijiendo, de preferencia, las torres de iglesia o puntos elevados de edificios fiscales o municipales. Solo podria hacerse escepcion de esta exijencia, en el caso que, para satisfacerla, sea necesario sacrificar la buena forma de algunos triángulos de las redes citadas, i entonces será preferible proyectar una estacion auxiliar seleccionada de tal modo que sea utilizable como de tercer órden, anotándola en el proyecto para que sea tomada en cuenta por el personal encargado del reconocimiento que a ese órden se refiere.

El reconocimiento de los vértices de tercero i de los puntos de cuarto órden, se ejecuta jeneralmente con la plancheta, llevando al terreno, ya marcados en el papel del tablero, la serie de puntos seleccionados como vértices de primero i segundo órden. El operador trabaja jeneralmente a la escala de 1 por 50 000 o 1 por 100 000, teniendo dibujado, ademas, el contorno de la hojas topográficas i sus márjenes, siendo el número de ellas jeneralmente de cuatro a dieciseis, para los límites citados en cuanto a escalas.

El operador ocupado en el reconocimiento de los vértices de tercero i cuarto órden se estaciona primeramente en los vértices superiores, visando la serie de puntos de carácter dominante que se le presentan. Las visuales se prolongan hasta el borde de la hoja, haciendo allí las anotaciones para reconocerlas, o se las designa por un número de órden que se corresponde con el de los pequeños cróquis o perfiles de una cartera especial.

Despues de seleccionar una serie de vértices de tercer órden intervisibles i en forma que, a lo ménos, a cada hoja topográfica corresponda, en conjunto con los de las otras triangulaciones, de preferencia, uno en la cercanías del centro i otro cerca de cada ángulo, estos últimos pudiendo ser comunes a cuatro hojas adyacentes, pero dentro del límite que corresponde al márjen de ellas, se estaciona en los puntos visando los demas i demarcándolos en el terreno por medio de estacas, pequeños montones de piedra o marcas de pintura, anotando, ademas, en la cartera, la serie de datos que se requiere para las reseñas de vértice. Se agregará tambien el número de puntos necesarios, hasta enterar las cifras que fijen las instrucciones para los puntos de tercero i cuarto órden.

Para nuestro pais nos parece deberia fijarse los límites 3 i 5 km para los lados de los triángulos de tercer órden seleccionar, a lo ménos, un vértice por cada diez a quince kilómetros cuadrados, próximamente, i en promedio. En cuanto al número total de puntos trigonométricos, es decir, incluyendo aun los de cuarto órden, estimamos que uno

por cada seis a ocho kilómetros cuadrados seria suficiente, pudiéndose tomar menor número de puntos en las rejiones en donde existan pocos detalles.

Los puntos inferiores al tercer órden pueden ser escojidos tambien por el encargado del reconocimiento de este órden, o bien, el topógrafo que recibe la hoja topográfica con la posicion i coordenadas de todos los vértices que caen dentro de ella, ejecuta, el mismo, una triangulacion, ya sea midiendo los ángulos o gráficamente, para aumentar así el número de puntos hasta alcanzar la densidad que le fijan las instrucciones topográficas, para lo cual podrá utilizar algunos de los puntos ya visados por el operador ocupado en el reconocimiento, motivo por el cual se deberá conservar todas las visuales trazadas primitivamente. Para el trabajo del topógrafo, no habrá ya clasificacion en cuanto a los vértices, sino que todos ellos son puntos fijos de igual mérito i cuya posicion no podrá variarse, por ningun motivo, sin previa consulta a la Seccion Jeodésica.

Oficina de Mensura de Tierras, a 19 de Junio de 1907.

ERNESTO GREVE.

Santiago, Julio de 1907.

Imprímase conjuntamente con el pliego de Instrucciones.

LUIS RISO PATRON S.

Instrucciones para el reconocimiento trigonométrico destinado a ubicar las triangulaciones i bases jeodésicas.

1. Reconocimiento trigonométrico

Todas las operaciones ejecutadas en el terreno tendentes a la seleccion de los puntos mas apropiados para servir de vértices de una red trigonométrica, los estudios de ubicacion i desarrollo de las bases, asimismo los cálculos, esquemas, minutas, planos i proyectos, que tengan relacion con las operaciones citadas, se entenderan comprendidos bajo la denominacion jeneral de "reconocimiento trigonométrico" i como tal se clasificaran en el archivo de la oficina.

2. Rendimiento

La persona designada como jefe de una comision de reconocimiento trigonométrico hará la distribucion del personal a sus órdenes i tomará las disposiciones tendentes a obtener el mayor rendimiento posible en la temporada de trabajo, teniendo siempre presente que el reconocimiento debe ser completo i comprender todas las combinaciones ventajosas de triángulos, agotando los medios de investigacion, sin que, en ningun caso, puedan aceptarse soluciones que no hayan sido comprobadas de un modo enteramente satisfactorio.

3. Presentacion a autoridades

Cada uno de los miembros del personal técnico se presentará en cada ciudad ante las autoridades administrativas, provisto de una carta de presentacion de la Direccion, i les hará conocer el objeto e importancia del trabajo, así como la rejion en que se llevará a cabo.

4. Disposiciones administrativas

El jefe de una comision de reconocimiento trigonométrico deberá imponerse de las obligaciones que fija el Reglamento Interno de la Oficina, no pudiendo, en ningun caso, alegar ignorancia de las mismas por el hecho de existir instrucciones especiales para el reconocimiento.

5. Literatura e itinerarios

El jefe de una comision de reconocimiento se impondrá, ántes de su partida, de la literatura jeográfica i topográfica mas importante que tenga relacion con la rejion que le ha sido asignada, debiendo proveerse, ademas, de la mejor cartografía i de los itinerarios de vapores i ferrocarriles.

6. Instrumentos, útiles, etc.

Toda comision de reconocimiento se proveerá de los instrumentos, útiles i libros siguientes:

Un teodolito de tránsito de tres a cinco pulgadas de diámetro para los limbos, con brújula, trípode i accesorios completos para observaciones astronómicas, como ser: aparatos de iluminacion del retículo, ocular acodado, vidrios ahumados para las observaciones de sol i nivel sobre el brazo de los nonius del limbo vertical.

Un teodolito liviano de tres a cuatro pulgadas, cuyos limbos den el minuto sexajesimal.

Un sextante manual con lectura de un minuto sexajesimal.

Dos brújulas prismáticas, una de ellas adaptable a un trípode plegadizo o baston desarmable.

Dos heliotropos con trípode.

Un nivel pequeño de mano o un clinómetro.

Dos aneroides i termómetro de honda para tomar la temperatura del aire.

Un anteojo de campaña.

Una cámara fotográfica, de a lo ménos de 13X18 cm.

Un alambre de cien metros con su carrete, manillas, termómetros i dinamómetros.

Una cinta de acero i una de jénero.

Un trasportador de veinte a treinta centímetros de diámetro, dividido, al ménos, en medios grados.

Una caja de compases i tiralíneas.

Un doble-decímetro, regla de cincuenta centímetros, escuadra pequeña, tintas varias i útiles de dibujo.

Carteras para perfiles i de anotaciones, tablas de logaritmos de cinco decimales i de líneas naturales i cuerdas, efeméride astronómica, tablas para la nivelacion barométrica, etc.

7. Rejion boscosa

Para las rejiones boscosas se agregará a la dotacion corriente de herramientas i útiles necesarios a un viaje, las que se requieran para la corta de árboles i construccion de armazones de reconocimiento, cuerdas de media i tres cuartos de pulgada, roldanas i treinta metros de cable de alambre, utilizable en la construccion de un andarivel, clavos grandes de alambre (en ningun caso clavos cortados) i tarros pequeños de pintura roja i blanca con sus respectivas brochas, destinadas a las marcas sobre roca.

8. Forma de la red i triángulos

La seleccion de puntos destinados a ser vértices jeodésicos deberá hacerse en forma de obtener una red continua, sin dejar espacios libres limitados por polígonos, i constituida por triángulos que se acerquen en lo posible a la forma equilátera i que sus ángulos se encuentren siempre comprendidos entre los límites de treinta i ciento veinte grados. Se fijan condiciones especiales, en los párrafos respectivos para los puntos aislados o vértices constituyentes de una red de base.

9. Puntos aislados

Para la fijacion de puntos aislados, como puede presentarse tratándose de islas o estaciones cerca de la costa i que signifiean el

límite de la triangulacion en esa direccion, la mejor forma de triángulo es la del rectángulo isósceles, en que el vértice del ángulo recto corresponde al punto por fijar.

10. Visuales rasantes

Ninguna visual correspondiente a un proyecto de triangulacion primaria o secundaria, podrá pasar a ménos de *dos metros* del suelo, edificios o bosque tupido, escepcion hecha de los muros constituyentes de la parte de la construccion sobre la cual se encuentra la estacion, como ser torres u otra clase de construcciones semejantes; en el caso de grandes masas de agua, la visual deberá quedar en toda su lonjitud, a mas de *cinco metros* sobre la superficie.

11. Trabajos futuros

El operador deberá tener presente, al seleccionar las estaciones, la posibilidad de trabajos futuros, especialmente hacia el oriente, procurando que mas tarde el enlace de ellos no presente dificultad.

12. Condiciones de las estaciones

Los puntos escojidos para servir de estaciones jeodésicas, fuera de tener un buen horizonte i ser fáciles de relacionar a los demas, valiéndose de figuras sencillas, deberan presentar un acceso que no sea mui difícil i ofrecer facilidad para la construccion de una señal i para las operaciones que le siguen, verse desde las otras estaciones, tanto como sea posible, proyectados sobre el cielo i permitir el establecimiento de señales definitivas de referencia, de suerte que se pueda en todo caso restablecer el punto.

13. Lonjitud de los lados de 1.er órden

Se procurará mantener la lonjitud de los lados de primer órden dentro de los límites de *veinte i sesenta kilómetros*, salvo casos especiales, justificados por la configuracion del terreno, justificacion que deberá esponerse claramente en la memoria respectiva.

14. Estaciones fuera de centro

Se evitará en lo posible las estaciones i señales fuera de centro, i, si el operador se ve obligado a ellas en el caso de una torre o parte culminante de un edificio, procurará, para

los vértices principales de primer órden, reducir a dos el número de puntos de estacion del instrumento, proyectando armazones o consolas esteriores desde donde se domine el horizonte.

Si se trata de vértices suplementarios de primer órden o de vértices de segundo órden, se podrá proyectar la instalacion del instrumento en las ventanas o sobre tableros o consolas especiales hacia el interior i aceptar tres, i aun cuatro puntos de estacion, si fuere necesario.

Siempre que el proyecto de triangulacion comprenda una o varias instalaciones en torres, faros o partes culminantes de edificios, deberá solicitarse de los dueños, comunidades o autoridades de quienes dependa la construccion, un permiso escrito, debiendo esponérseles el tiempo aproximado durante el cual las instalaciones son necesarias i que nunca será menor de dos años.

Deberá agregarse, ademas, un presupuesto i cróquis detallados de las instalaciones que se encuentren en el caso citado, tomando tambien en cuenta el costo de las reparaciones que sea necesario ejecutar mas tarde, para dejar todo en el estado primitivo.

15. Anotaciones respecto a los puntos

En cada punto elejido como estacion o con probabilidades de serlo, el operador tomará las anotaciones referentes al nombre del punto o localidad, de la propiedad en donde se encuentra ubicada la estacion i del propietario, con indicacion del lugar donde puede dirijírsele correspondencia.

Ademas, a cada punto debe corresponder una monografía o *reseña de vértice*, que contenga, en forma clara i concisa, los siguientes datos:

1.° Provincia, departamento i subdelegacion en que se encuentra el punto;

2.° Medios i vias de que se podrá disponer para el acceso;

3.° Cróquis elemental de ubicacion, con algunos datos

ilustrativos i referencias, o bien una descripcion sencilla i clara, sin dejar lugar a dudas o ambigüedades.

Respecto al mejor camino de acceso a la estacion, tiempo empleado, baquianos con sus emolumentos i domicilios, localidades mas cercanas apropiadas para campamento, aguadas, talajes, leña, ubicacion de vados de rios, situacion de marcas especiales indicando la entrada de senderos, picadas o macheteaduras en bosque, etc., las anotaciones seran tan detalladas como sea posible i en forma de evitar toda ambigüedad al personal encargado de las operaciones que siguen al reconocimiento.

16. Demarcacion de los puntos

Los puntos seran demarcados en el terreno por medio de fuertes estacas o montones de piedras, a los cuales se agrega algunos objetos sin valor, como ser latas vacías de conservas o botellas quebradas, con el objeto de facilitar la identificacion.

Si el terreno es de roca o se encuentran piedras firmes a ménos de cincuenta metros del punto elejido como estacion, la demarcacion podrá consistir en una señal hecha con pintura roja o blanca, i en forma de cruz de malta, de veinte a treinta centímetros, llevando, ademas, las iniciales P. T. (punto trigonométrico) i, en el caso que la marca no corresponda exactamente al punto de ubicacion de la futura señal jeodésica, se agregará en la reseña de vértice los elementos lineales o angulares que a él la relacionen, acompañando, tambien, un cróquis orientado por el meridiano magnético.

17. Ejecucion de las estaciones

En las estaciones que se efectúen en puntos donde no hai bosque, deberá hacerse un perfil completo del horizonte, dibujado con el auxilio de los rumbos magnéticos que corresponden a los puntos mas importantes.

El teodolito de reconocimiento se orientará primeramente por la brújula declinatoria i con el círculo a la izquierda, para efectuar así un jiro de horizonte de izquierda a derecha, visando especialmente los puntos mas conspícuos i todos aquellos que puedan tener interes para las triangula-

ciones de diversos órdenes, entre estos: cumbres de cerros, torres, faros etc., leyendo cada vez un solo nonius de los limbos horizontal i vertical del instrumento.

Se visará, ademas, aquellos puntos netos, como ser, árboles o rocas características i de ubicacion aislada, que puedan ser de utilidad para futuras fijaciones por reseccion i las puntillas de cordones de cerros en donde termina la posibilidad de colocar estaciones elevadas. Siempre que ello no signifique la ejecucion de nuevas estaciones con el teodolito, se visará tambien algun punto de las ciudades o pueblos importantes i las estaciones de ferrocarril.

Concluido el primer jiro de horizonte, se le repetirá de derecha a izquierda, con el círculo del teodolito a la derecha, habiendo alterado la orientacion próximamente en un cuadrante i visando nuevamente los mismos puntos.

18. Abras o portezuelos

Siempre que el horizonte de una estacion se encuentre limitado por cordones o cumbres i se vean otras a traves de sus abras o portezuelos, se tendrá particular cuidado de dibujar un perfil especial de esa parte, i a mayor escala que la del perfil jeneral, debiendo visar en ambas posiciones del instrumento, i en la forma prescrita, todos los puntos notables i visibles, pues, frecuentemente, el operador encontrará soluciones convenientes aprovechando las cumbres que se ven al traves de depresiones del terreno.

19. Cumbres especiales

Si una cumbre presentase mas de un punto conspícuo, el operador hará un pequeño perfil de cómo la ve en el anteojo e indicará en él, por medio de una flecha, el punto visado.

20. Imposibilidad de jiros completos

En caso que el mal tiempo o falta de trasparencia de la atmósfera hagan temer la imposibilidad de tomar algunas de las visuales mas importantes, el operador queda facultado para alterar el programa fijado en el párrafo (17) i visar los puntos a medida que ellos se presenten en condiciones favorables, prescindiendo, ademas, de las visuales correspondientes a detalles.

De igual autorizacion a la espuesta podrá hacerse uso en el caso de estaciones difíciles i en las cuales el operador se vea obligado al empleo del sextante.

21. Estaciones boscosas

Tratándose de una estacion que ha sido fijada ya en forma segura desde otras tres o mas i la cumbre se encuentre cubierta de bosque, difícil de desmontar sin atraso considerable en el trabajo, el operador queda facultado para limitarse a la simple comprobacion de la intervisibilidad de los puntos en la forma que estime mas segura, pero deberá agregar, al ménos, los rumbos magnéticos, que obtenga, ya sea escalando los árboles o tomándolos desde puntos de alrededor de la cumbre i bastante cercanos a ella, debiendo entenderse que el operador podrá apelar a este sistema solo como último recurso.

22. Intervisibilidad de los puntos

El operador debe cerciorarse plenamente de la intervisibilidad entre los puntos estremos de cada lado de la red i, si existiese la menor duda, empleará el heliotropo o señales nocturnas.

Cuando el obstáculo que impide la intervisibilidad lo constituye el bosque, i que no sea posible desmontarlo por el momento, debe estudiarse, si una vez efectuado dicho desmonte no habrá otro impedimento debido a la configuracion misma del terreno, lo que puede hacerse por medio de una triangulacion combinada con nivelacion trigonométrica, con el objeto de fijar la posicion relativa, en proyeccion i altura, de los puntos prominentes que se encuentran en la alineacion, cerciorándose que ellos no obstaculizan la intervisibilidad.

Deberá tenerse en cuenta, en estos estudios, el efecto de la curvatura i refraccion, fuera de la altura mínima de dos metros de las visuales sobre el terreno, fijada en el párrafo (10).

23. Altura del instrumento sobre el suelo

Para juzgar la intervisibilidad de las estaciones, se tendrá presente, que en los puntos en donde exista agua i piedra en las cercanías, el universal jeodésico deberá quedar colocado con su eje horizontal, próximamente, a dos

metros sobre el suelo, pudiendo reducirse hasta un metro cuarenta centímetros en las cumbres agudas con poco terreno adyacente capaz de irradiar calor i en donde, ademas, el material de construccion o el agua fueren escasos.

24. Altura de pirámides

En las estaciones en donde sea necesario elevar el instrumento o heliotropo sobre el terreno, valiéndose de pirámides u otra clase de construcciones, se procurará no sobrepasar quince metros como elevacion del primero i se fija la altura máxima de veinticinco metros para el segundo.

Se tratará de obtener la intervisibilidad en buenas condiciones, elevando de preferencia el heliotropo, cuya instalacion exije menor estabilidad i, por tanto, construcciones mas económicas.

25. Datos sobre pirámides

A cada construccion de altura fuera de lo normal corresponderá un proyecto especial detallado i ceñido estrictamente a las prescripciones de las instrucciones para la construccion de señales. La altura de las pirámides deberá fijarse siempre en forma esperimental, ya sea valiéndose de escalas o de armazones de reconocimiento o, por fin, subiendo a los árboles.

26. Desmonte de bosque

En el caso que para obtener la intervisibilidad de dos puntos, en condiciones favorables, sea necesario desmontar bosque en una estension de consideracion i por ello deba pagarse indemnizacion, el operador hará primeramente un pequeño contrato por escrito i en el cual se estipule claramente el monto de ella i forma de pago, o que se declare que el propietario renuncia a la citada indemnizacion.

27. Sendas en bosque

Las sendas en bosque correspondientes a las visuales de la triangulacion de primer órden, para las cuales se proyecte pirámides como puntos de mira, deberan tener de doce a quince metros de ancho, pudiendo reducirse a diez metros para el caso del empleo de heliotropos, siendo ocho metros

el ancho mínimo fijado para las sendas correspondientes a las visuales de la triangulacion de segundo órden.

En el caso de proyectarse el empleo de pirámides como señales, las que podran emplearse solo a veces en la triangulacion primaria, pero siempre en la secundaria, se prolongaran las sendas hacia el lado opuesto, en una estension suficiente que permita obtener la proyeccion de la señal sobre el cielo, si ello es posible, o, al ménos, que en la mayor parte del dia sea ella bien alumbrada.

28. Trasmision de órdenes

Para la trasmision de órdenes, durante el reconocimiento, el personal podrá emplear la clave destinada al uso del heliotropo o luz artificial, agregada a las instrucciones especiales para la medicion de ángulos.

29. Condiciones de los vértices de segundo órden

Fuera de las condiciones jenerales fijadas para los vértices de la red primaria en cuanto al buen horizonte, forma de triángulos, acceso a la estacion etc., el operador elejirá i relacionará los vértices de segundo órden, teniendo en vista que en ellos solo mui escepcionalmente se empleará el heliotropo i que, por tanto, deberá disponerse siempre de una buena proyeccion de las señales.

30. Lonjitud de los lados de segundo órden i ubicacion de los vértices

La lonjitud de los lados de la red de segundo órden deberá estar comprendida entre los límites de diez i veinte kilómetros, siendo la mejor ubicacion para los vértices la cercana al centro de un triángulo primario.

Si el desarrollo de la red primaria es escepcionalmente grande no será posible, con la ubicacion citada, mantenerse dentro de los límites impuestos. En este caso se proyectará una serie de vertices primarios suplementarios, intervisibles con, a lo ménos, tres vértices principales de primer órden, aunque los vértices suplementarios no lo sean entre sí, lo que es, sin embargo, mas ventajoso. Los triángulos de segundo órden se apoyan, entonces, sobre estos vértices primarios, pero sin descender

del límite inferior de diez kilómetros para la lonjitud de los lados.

31. Altura del instrumento en los vértices de segundo órden

En los vértices de segundo órden, en cuyas cercanías exista agua i materiales de construccion, deberá tenerse en cuenta la altura de un metro cincuenta, sobre el suelo, para el eje horizontal del universal jeodésico, pudiendo descenderse a un metro treinta en las cumbres conspícuas.

32. Materiales disponibles

Al hacer las anotaciones respecto a los materiales disponibles de construccion, se tendrá presente, que ninguna señal de carácter definitivo podrá hacerse de ladrillos, a causa de su poca resistencia a la intemperie.

33. Condiciones para las bases i su emplazamiento

Deberá reconocerse las distintas localidades en terreno parejo o lijeramente ondulado, que permitan la medida de bases de mas de cuatro kilómetros de estension, sin que, para obtenerla, sea necesario construir señales de mas de diez metros de altura.

Se evitará en lo posible el emplazamiento de bases en las vias férreas, a causa de los entorpecimientos que ocasiona el tráfico en la medida i las dificultades de estacionarse en buenas condiciones en los estremos o cerca de ellos.

En el caso de tener que medir una base en una línea férrea, se elijirá un trozo recto entre dos curvas, ubicando las estaciones de los estremos fuera de la via, pero midiendo la mayor parte de la base sobre ella.

Se medirá aproximadamente, por medio de un alambre de acero de cien metros de largo, una base para cada trozo de red, seleccionándolas de modo que no disten entre sí ménos de doscientos kilómetros ni mas de trescientos cincuenta, dando preferencia a las de mas fácil medida i de mas sencilla coneccion con un lado de primer órden, sin que la red de ampliacion tenga un exceso de diagonales.

Para las redes de ampliacion de base, se tendrá presente, que la mejor forma de triángulo es el isósceles con un valor de treinta i tres grados i medio para el ángulo opuesto al largo por traspasar, puesto que ella es la que permite la mayor ampliacion con el mínimum de estaciones, dentro de cierta exactitud. Se procurará evitar los simples traspasos o rotaciones de un lado sin ganar en lonjitud.

34. Estaciones astronómicas

Para cada trozo de red se hará el estudio de la ubicacion de varias estaciones astronómicas i, durante el reconocimiento, se determinará, para cada uno de ellos, el azimut de un lado de primer órden i la latitud en una de esas estaciones, con medio minuto de aproximacion.

Para la seleccion de las estaciones astronómicas se tendrá en vista:

1.° Que haya posibilidad de relacionar el punto directamente a los vértices primarios o a los de una red de base;

2.° Que exista oficina o línea telegráfica del Estado a ménos de quinientos metros de ella;

3.° Que se encuentre terreno firme donde sea posible edificar un sólido pilar de observaciones;

4.° La facilidad de alojamiento o campamento a ménos de un kilómetro;

5.° La ubicacion lejana al tráfico de vehículos i no mui próxima a paseos públicos, debiendo evitarse, ademas, la cercanía de fábricas con grandes maquinarias i la de cascadas. Ademas, se procurará alejarse de aquellos lugares en donde es frecuente el humo o aire calentado, debido a la presencia de grandes chimeneas u hornos;

6.° Buena visibilidad del cielo hacia el norte i sur, al ménos para alturas mayores que veinte grados, en un sitio ventilado i donde no existan edificios con muros elevados, situados a ménos de cinco metros del plano meridiano.

Tendrá preferencia entre los diversos puntos igualmente favorables, aquel que permita la instalacion de una mira meridiana hacia el norte o sur i a una distancia no menor que un kilómetro ni mayor que diez, i en mejores condiciones.

35. Elaboracion de una minuta en campaña

El jefe de una comision de reconocimiento elaborará, o hara elaborar en campaña por sus ayudantes, una minuta gráfica a la escala de 1 por 250 000, de los trabajos ejecutados.

36. Memoria

A cada trozo de red comprendido entre dos bases corresponderá una memoria detallada i un dibujo, en el cual las triangulaciones en proyecto se marcaran con tinta de China i clasificaran sus triángulos de diversos órdenes, empleando líneas gruesas (0, 6 a 0, 7 mm) para los de primer órden, líneas delgadas (0, 2 a 0, 3 mm) para los de segundo órden i líneas de trazos para las redes de base, debiendo marcarse las bases por medio de una línea gruesa (1,0 mm) anotando en números su largo aproximado, en metros enteros.

La memoria que se acompañará al dibujo contendrá un anexo con la enunciacion de los vértices de las redes i comprendiendo, ademas, la descripcion de cada punto, motivos de preferencia que se ha tenido en vista al seleccionarlo, medios i materiales de que se podrá disponer para la construccion de señales, ubicacion de referencias i marcas especiales, así como la situacion i distancia aproximada en que se encuentra la piedra de construccion de buena calidad, arena, madera i agua dulce.

Se agregará, ademas, todos los datos que se refieran al trabajo de la futura triangulacion, como ser: enumeracion de las visuales que parten de allí, con su azimut astronómico aproximado i espresado en grados enteros, medios de comunicacion para trasmitir órdenes a los ayudantes i heliotropistas, indicando para ello la ubicacion de la oficina telegráfica, estafeta u oficina de correos i estacion de ferrocarriles de que convendrá servirse.

A la memoria correspondiente a cada trozo se agregará un cróquis de la base proyectada, a la escala de 1 por 10 000 o 1 por 25 000, indicando su ubicacion aproximada i los obstáculos que hubiere para la medida, ademas de las indicaciones sobre la manera en que podran subsanarse,

nombres de los propietarios del terreno etc.; tambien se indicará la mejor ubicacion para un comparador de cien metros de lonjitud, escojiendo la parte mas plana de la base i ménos espuesta a alteraciones, ya sean provenientes del tráfico o inundaciones.

37. Reconocimiento de los vértices de tercer órden i puntos de cuarto órden

El reconocimiento para la seleccion de las estaciones de tercer órden i de los puntos de cuarto órden se efectuará con el auxilio de una plancheta, sobre cuyo tablero se monta una hoja de papel que lleva demarcados, a la escala de 1 por 50 000 a 1 por 100 000, los vértices de primero i segundo órden i los contornos de las hojas.

El operador comenzará por estacionarse en los vértices marcados en el papel i, orientándose por ellos, trazará las visuales a los puntos mas conspícuos, prolongándolas hasta el márjen, para anotar allí, ya sea la designacion del punto o número de identificacion que se corresponda con el de los cróquis o perfiles.

38. Número de puntos trigonométricos

Se seleccionará los vértices de tercer órden entre los que presenten mayores facilidades para hacer estacion en ellos, de modo que los lados de los triángulos se encuentren comprendidos entre 3 i 5 km, i que el número de los vértices sea tal que, en conjunto con los de órden superior se tenga, en promedio, un vértice trigonométrico por cada 10 a 15 km².

Se distribuirá, ademas, los vértices de tercer órden, de suerte que exista, al ménos, uno cerca de cada ángulo de las hojas topográficas i otro cercano al centro, pudiendo ser los primeros comunes a las hojas adyacentes siempre que caigan dentro del márjen.

39. Demarcacion de las estaciones de tercer órden

La demarcacion de las estaciones de tercer órden, durante el reconocimiento, se hará por medio de una estaca acompañada de un monton de piedras, cuando los haya en la vecindad, o bien, de una marca con pintura; a los

puntos de cuarto órden corresponderá un pequeño dibujo, indicando en él qué punto debe visarse en azimut i altura, debiendo corresponder a esta clase de puntos, a lo ménos, tres visuales.

40. Direccion del jefe; memoria mensual

El jefe de una comision de reconocimiento trigonométrico tendrá al corriente a la Direccion sobre la forma en que sea necesario trasmitirle las instrucciones, ya sea por correo o telégrafo, debiendo, ademas, informarle mensualmente, con la debida oportunidad i en forma breve, sobre el estado de los trabajos de la comision a su cargo i principales operaciones ejecutadas.

41. Dudas sobre interpretacion

Cualquier duda sobre la interpretacion de las presentes instrucciones deberá ser puesta en conocimiento del Director i, si se tratase de dificultades de aplicacion a un caso no previsto en ellas, se acompañarán todos los justificativos correspondientes.

Santiago, julio de 1907.

LUIS RISO PATRON S.
Director.